

ДРЕВНИЕ АЛАСНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СЕВЕРНОЙ ЯКУТИИ (Сообщение 2)

Т.Н. Каплина

*ОАО Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве,
105187, Москва, Окружной пр., 18, Россия, tatianakaplina@mail.ru*

В сообщении 2 рассматривается древний погребенный аласный комплекс в разрезах едомных массивов на берегах пролива Дмитрия Лаптева. Этот аласный комплекс сопоставляется с описанными в сообщении 1 погребенными аласными комплексами в разрезах Дуванного яра на Колыме и Аччагый–Аллаихи на левобережье Индигирки. Древние аласные комплексы, залегающие в нижней части разрезов едомных уровней, обладают общими чертами строения. Для них характерно наличие таберальных образований в основании разрезов и аласных накоплений в верхней их части. По контакту этих толщ обычно располагаются системы псевдоморфов по повторно-жильным льдам. Таким образом, строение древних аласных комплексов сходно со строением голоценовых аласных комплексов. Древние аласные комплексы, как и голоценовые, возникли в результате озерного термокарста, за которым последовало осадконакопление в аласах. Возникновение древних аласных комплексов во всех рассмотренных случаях было связано с кардинальными изменениями природных условий, которые фиксируются по полному преобразованию растительного покрова – из тундростепей во влажную лесотундру и даже тайгу. Причиной природных преобразований наряду с некоторым повышением температур явилась замена режима недостаточного атмосферного увлажнения режимом избыточной влажности. Вопрос о возрасте рассмотренных древних аласных комплексов нельзя считать решенным. Наиболее вероятны раннекаргинский (МИС-3, Дуваный яр) и казанцевский (МИС-5, Аллаиха и пролив Дмитрия Лаптева) интервалы образования аласов и накопления в них отложений.

Северная Якутия, плейстоцен, древний ледовый комплекс, термокарст, древний аласный комплекс

ANCIENT ALAS COMPLEXES OF NORTHERN YAKUTIA (Part 2)

T.N. Kaplina

*Industrial and Research Institute for Engineering Survey in Construction,
105187, Moscow, Okružnoi pr., 18, Russia, tatianakaplina@mail.ru*

The ancient buried Alas Complex in cross-sections of the high Yedoma level on the shores of the Dmitri Laptev Strait is described. This Complex is compared to earlier described Alas Complexes in cross-sections of Duvanny Yar on Kolyma and Achchagyi–Allaikha on the left bank of the Indigirka river. The ancient Alas Complexes possess common structural features. The taberal formations are commonly found at the base of the sections while the alas accumulations occur in the upper part of Alas Complexes. Systems of pseudomorphs of ice wedges are commonly found along the boundaries of these formations. Thus, the structure of the ancient Alas Complexes is similar to the structure of the Holocene Alas Complexes. The ancient Alas Complexes as well as the Holocene Ice Complexes have resulted from the lake thermokarst followed by sedimentation in the alases. In all considered cases the emergence of the ancient Alas Complexes was associated with dramatic environmental changes indicated by the transformation of vegetation from tundra-steppe into humid tundra and even into taiga. This environmental transformation was primarily caused both by some temperature rise and by replacement of a regime of insufficient precipitation by one of excessive humidity. The question of the age of the reviewed ancient Alas Complexes cannot be considered resolved. The most likely intervals of Alas formation and accumulation of deposits in these Alases are the early-karginsky (MIS-3, Duvannyi Yar) and the kazantsevsky (MIS-5, Allaikha and the Dmitri Laptev Strait).

Northern Yakutia, Pleistocene, ancient Ice Complex, thermokarst, ancient Alas Complex

ВВЕДЕНИЕ

В сообщении 1 [Каплина, 2011] были рассмотрены условия залегания и особенности древних аласных комплексов (АК), погребенных под ледовым комплексом (ЛК) позднего плейстоцена. Это были АК в разрезах Дуванного яра на Колыме и р. Аллаиха на левобережье Индигирки. Оба разре-

за находятся на относительно южной территории северо-якутских низменностей – в зоне лесотундры. Выяснено, что возникновение этих АК было следствием развития термокарста и связано со значительными изменениями климатических условий. Суровый континентальный климат, при

котором были распространены полностью безлесные ландшафты, сменялся более мягкими условиями влажного морского климата, когда территория была занята лесотундрой и даже северной тайгой. В настоящем сообщении рассматривается древний АК, расположенный в разрезах едомных массивов на северной окраине низменностей – на берегах пролива Дм. Лаптева.

Крест-юряхский аласный комплекс

Древний аласный комплекс в разрезах едомного уровня на берегах пролива Дм. Лаптева был открыт в 50-е гг. прошлого столетия.

Тогда здесь были описаны основные геологические тела и условия их залегания [Романовский, 1959, 1961; Кузнецова, 1965; Иванов, 1970, 1972]. Выяснено, что разрезы плейстоценовых отложений на северном (о. Бол. Ляховский) и южном (Ойогосский яр)¹ берегах пролива имеют очень близкое строение и могут рассматриваться вместе. Проводившие геологическую съемку территории В.И. Кайялайнен, Ю.Н. Кулаков и О.А. Иванов присвоили основным геологическим телам статус свит и дали этим свитам названия, которые в дальнейшем были частично изменены и дополнены.

Позднее в изучении разрезов по берегам пролива принимали участие С.В. Томирдиаро [Томирдиаро и др., 1982; Томирдиаро, Черненький, 1987], В.Н. Конищев и С.Ф. Колесников [1981], А.А. Архангелов [Архангелов и др., 1996], П.А. Никольский и А.Э. Басилян [Никольский и др., 1999, 2007; Никольский, Басилян, 2003].

Несколько летних сезонов (с 1999 по 2007 г.) на о. Бол. Ляховский, а затем и на Ойогосском яре работали сотрудники российско-германской экспедиции [Тумской и др., 2000; Тумской, Басилян,

2006; Куницкий, 2007; Schirrmeister et al., 2002, 2008a,b; Andreev et al., 2004, 2009; Kienast et al., 2008; Tumskey, Dobrynin, 2008; Wetterich et al., 2009].

На обоих берегах пролива представлены разрезы останцев едомы, сложенных ЛК, и разделяющих их аласов.

Разрезы едомы были изучены в четырех обнажениях: протяженное обнажение на южном берегу о. Бол. Ляховский к западу и востоку от устья р. Зимовье; обнажения Святой Нос и Улахан-Таала в западной части Ойогосского яра и обнажение западнее устья р. Кондратьева в восточной части яра.

При современном уровне изученности в разрезе плейстоценовых отложений пролива выделяются следующие геологическим тела (снизу вверх) (рис. 1):

- юкагирская свита;
- куччугуйская свита;
- быччагыйская свита;
- крест-юряхская свита;
- едомная свита;
- покровный слой.

В состав крест-юряхского АК входят таберированные отложения быччагыйской и куччугуйской свит и озерные и болотные отложения крест-юряхской свиты. Крест-юряхская свита представлена отложениями древних аласов, погребенными под ледовым комплексом едомной свиты.

Юкагирская свита представляет собой типичный ЛК. Это выходящая локально в основании береговых разрезов пачка льдистых пород мощностью 3,0–3,5 м, включающих ледяные жилы шириной 2,0–2,5 м. Криогенные текстуры в полигональных блоках поясковые, общая объемная

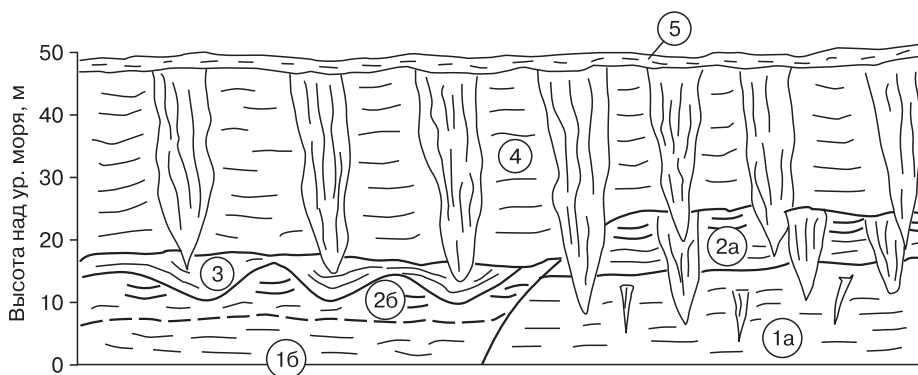


Рис. 1. Принципиальная схема разреза едомного уровня на южном берегу о. Бол. Ляховский между устьями рек Зимовье и Ванькина, по В.Е. Тумскому [Tumskey, Dobrynin, 2008].

1 – куччугуйская свита: 1а – в первичном залегании, 1б – таберированная; 2 – быччагыйская свита: 2а – в первичном залегании (ледовый комплекс), 2б – таберированная; 3 – древний аласный комплекс (крест-юряхская свита); 4 – едомная свита (верхний ледовый комплекс); 5 – покровный слой.

¹ Транскрипция названия дается по карте м-ба 1:1 000 000 1983 г.

льдистость составляет 70–90 %. Отложения свиты были впервые описаны Н.Н. Романовским [1959], позднее С.Ф. Колесниковым [1980] и затем П.А. Никольским и А.Э. Базилян [2003] в основании разреза едомы в обнажении Святой Нос. П.А. Никольский и А.Э. Базилян предложили для этой пачки ЛК название юкагирская свита. Выход юкагирской свиты на южном берегу о. Бол. Ляховский в 0,7–2,4 км к западу от устья р. Зимовье обнаружил А.А. Архангелов² [Архангелов и др., 1996].

На о. Бол. Ляховский и Ойгосском яре в свите была обнаружена представительная фауна копытных леммингов (*Dicrostonyx henseli* архаичного морфотипа). В.С. Зажигин определил эту фауну как среднеплейстоценовую, а отложения свиты – как возрастные аналоги днепровского оледенения (МИС-8) [Никольский и др., 2007].

Из юкагирской свиты разреза Зимовье торий-урановым методом по образцу торфа из блока между ледяными жилами была получена дата (201 ± 3) тыс. лет. Отсюда был сделан вывод, что юкагирская пачка ЛК относится к интервалу заале европейской стратиграфической шкалы (МИС-6) [Schirmermeister et al., 2002].

Недавно из ледяных жил юкагирской свиты были получены даты по космогенному радионуклиду хлора. По соотношению ³⁶Cl/Cl для юкагирской жилы Ойгосского яра получена дата (460 ± 140) тыс. лет, для жилы о. Бол. Ляховский (390 ± 140) тыс. лет [Блинов и др., 2009]. Метод содержит значительное количество неопределенностей и допущений. Цифры, полученные торий-урановым методом, кажутся автору более правдоподобными. Однако даты по хлору лучше сопоставляются с возрастными рамками по костям копытных леммингов.

Пыльца и споры, насекомые, изотопный состав ледяных жил свидетельствуют о суровых климатических условиях эпохи накопления свиты, об обстановке влажных типичных и арктических тундр [Andreev et al., 2004].

Куччугуйская свита (см. рис. 1, пачки 1а, 1б) с перерывом залегает на юкагирской свите. Это толща хорошо сортированных относительно малольдистых алевритов с волнистой субгоризонтальной слоистостью. Толща отличается низким содержанием органических включений (преимущественно корешки трав) и незначительным содержанием льда (преимущественно массивные и микрошлировые криотекстуры). В западной части Ойгосского яра (обнажения Святой Нос и Ула-

хан-Таала) и местами на берегу о. Бол. Ляховский мощность свиты достигает 15 м [Никольский, Базилян, 2003]. С запада на восток вдоль Ойгосского яра свита погружается и частично уходит под уровень моря; ее видимая мощность у р. Кондратьева составляет 3–4 м.

Как выяснено в последние годы [Tumskoy, Dobrynin, 2008], куччугуйская свита представлена двумя отличающимися друг от друга вариантами. Породы *первого варианта* (см. рис. 1, пачка 1а) содержат ледяные или ледогрунтовые жилы шириной 0,2–0,5 м, редко до 2 м, и местами имеют линзовидные криотекстуры. Ясно, что такая толща сохранилась в первоначальном виде и не испытывала протаивания. Породы *второго варианта* (см. рис. 1, пачка 1б) характеризуются преимущественно массивными криотекстурами и несут четкие следы протаивания и уплотнения (таберирования). Описанные разновидности сменяют друг друга по простираанию³. Следует обратить внимание на эти особенности куччугуйской свиты, поскольку они имеют большое значение для диагноза залегающих выше аласных комплексов.

Из обнажения куччугуйской свиты на Ойгосском яре в районе руч. Куччугуй (в документации обнажение 2034) М.В. Баркова [1970, 1982] получила палиноспектры с господством хвойных пород – елей и сосен (рис. 2, толща I). Палинологический анализ отложений свиты в обнажении Святой Нос (разрезы, по-видимому, удалены друг от друга не более чем на несколько километров) был повторен А.Н. Симаковой [Никольский и др., 1999], однако результат (по 23 образцам из 12 м разреза) оказался очень близким. Преобладала пыльца хвойных пород – елей и сосен.

Чем объясняется такое устойчивое преобладание в палиноспектрах пыльцы хвойных для данного арктического района, остается загадкой. По изотопному составу ледяных жил куччугуйской свиты определено, что в эпоху ее накопления наблюдались весьма суровые зимы [Meyer et al., 2002]. Отметим только, что палиноспектры куччугуйской свиты очень сходны со спектрами, полученными О.Д. Найдиной из поверхностных слоев современных донных осадков на подводной части дельты р. Лены [Найдина, Баух, 1999]. Автор полагает, что это сходство еще должно быть подвергнуто анализу. Не исключено, что оно может пролить свет на спорный до сих пор генезис куччугуйской свиты. Возможно, свиту следует рассматривать как дельтовый вынос древней реки, к югу от которой существовали хвойные леса.

² Есть основания предполагать, что между юкагирской и куччугуйской свитами существует еще один аласный комплекс, который читается по наличию псевдоморфоз [Романовский, 1959; Кошицев, Колесников, 1981; Никольский, Базилян, 2003], однако подробные сведения об этом горизонте псевдоморфоз в публикациях отсутствуют.

³ В первых публикациях российско-германской экспедиции эти разновидности назывались субаэральной и субаквальной толщами.

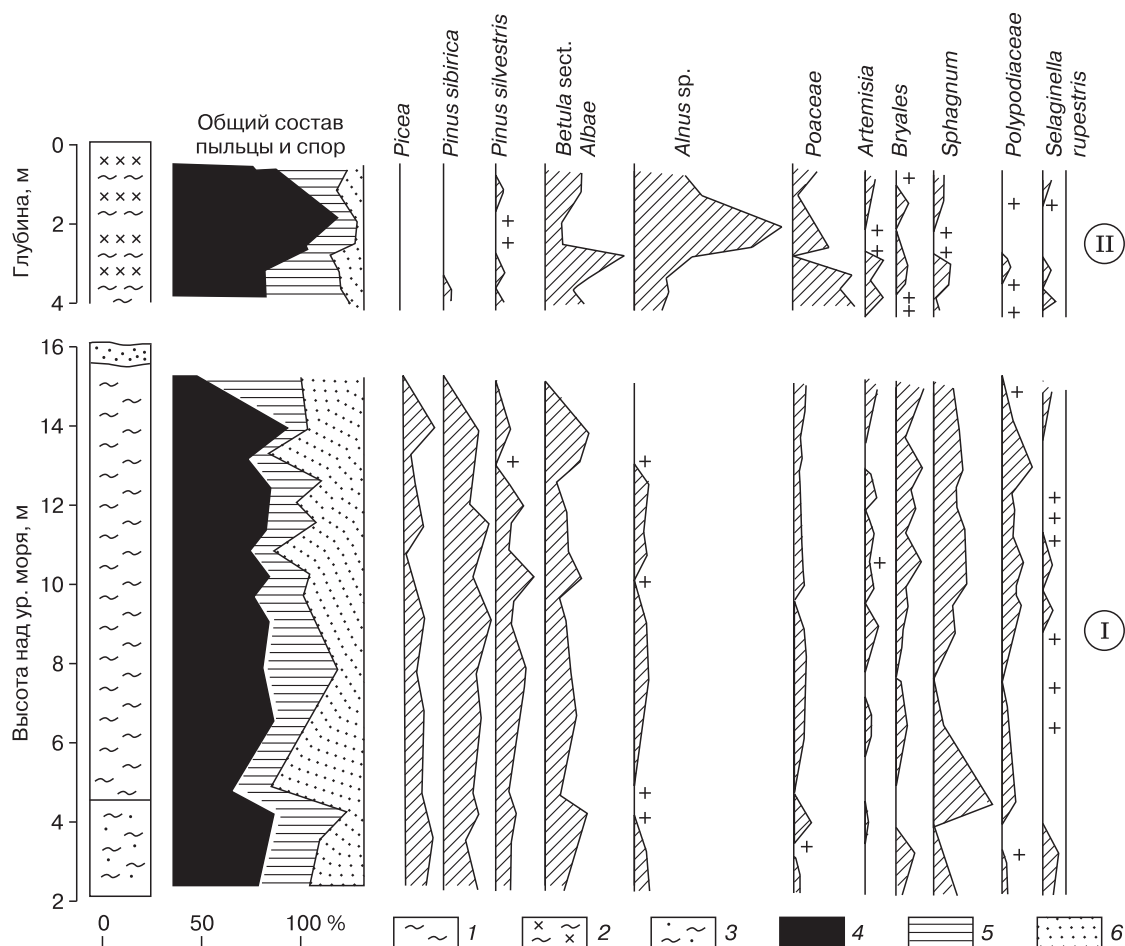


Рис. 2. Спорово-пыльцевые диаграммы фрагментов разреза едомного уровня у мыса Святой Нос (составлено автором по данным М.В. Барковой [1970]).

I – куччугуйская свита, II – крест-юрхская свита. Литологическая колонка: 1 – алевриты, 2 – алевриты с прослойками торфа, 3 – алевриты с прослойками песка. Спорово-пыльцевая диаграмма: 4 – пыльца деревьев и кустарников (сумма); 5 – пыльца трав; 6 – споры.

Быччагыйская свита, залегающая на куччугуйской свите, выделена недавно В.Е. Тумским и А.Э. Басиляном [2006] на берегу о. Бол. Ляховский, а затем зафиксирована также и в разрезах Ойгосского яра [Schirrmeister et al., 2008b].

В разрезах пролива Дм. Лаптева быччагыйская свита, как и куччугуйская, представлена двумя вариантами [Tumskoy, Dobrynin, 2008]. В *первом варианте* это типичный ЛК с мощными полигонально-жильными льдами (ширина ледяных жил 3–4 м). В блоках породы сильнольdistые. Мощность этого варианта свиты составляет 6–8 м (см. рис. 1, пачка 2а). Во *втором варианте* это пачки малольdistых пород меньшей мощности с преобладанием массивных криотекстур (см. рис. 1, пачка 2б). Системы ледяных жил в этом случае замещены системами псевдоморфоз (преимущественно со структурами облекания в верхней части).

Ширина некоторых структур облекания составляет от 3–4 до 6–8 м. Поскольку структуры облекания отражают лишь часть объема вытаявших ледяных жил, а ниже них обычно находятся структуры типа котлов или клиньев, вертикальная протяженность ледяных жил должна составлять не менее 6–7 м. Установлено, что первый вариант – это быччагыйская свита в первоначальном состоянии, а второй – это протаявшие в подозерных таликах (таберированные) породы бывшего быччагыйского ЛК.

Быччагыйская свита выделена путем отчленения нижних пачек вышележащей толщи едомного ЛК. В этих пачках в свое время Н.Н. Романовский отметил линзы торфа мощностью 1,0–1,5 м с загибами слоев, которые часто характерны для внутриполигональных блоков в ЛК. Между линзами торфа он зафиксировал псевдоморфозы (структу-

ры облекания). Теперь эти линзы торфа В.Е. Тумской считает индикаторами быччагыйской свиты, которая в разрезах присутствует в обоих (первоначальном и таберированном) вариантах.

Выявление быччагыйской свиты было важным, поскольку пока она не была известна, было неясно, какой субстрат послужил основанием для образования термокарстовых депрессий, в которых впоследствии накапливались отложения крест-юряхской свиты. В существовавшей ранее схеме крест-юряхские озерные и болотные отложения лежали в термокарстовых депрессиях, непонятным образом возникших на малоледистой куччугуйской свите. Теперь ясно, что субстратом для развития озерного термокарста послужил ЛК быччагыйской свиты.

По данным М.В. Барковой [1970, 1982] и Н.О. Рыбаковой [1962, 1972], образцы из верхних слоев куччугуйской толщи (а теперь, по-видимому, из быччагыйской свиты) постоянно содержали палиноспектры, резко отличающиеся от спектров куччугуйской толщи. Это были мохово-травяные палиноспектры с участием полыней и плаунка сибирского.



Рис. 3. Псевдоморфоза в основании крест-юряхской свиты в разрезе едомного уровня в восточной части Ойгосского яра (фото из работы [Schirrmeister, 2008]).

Аналогичный результат был получен и позже. По данным А.А. Андреева [Andreev et al., 2004; Wetterich et al., 2009] и Ф. Кинаста [Kienast et al., 2008], породы, вмещающие крест-юряхские псевдоморфозы (а теперь, надо полагать, это быччагыйская свита), содержат очень бедный набор пыльцы и спор и плохо сохранившихся макроостатков растений. Как на о. Бол. Ляховский, так и на Ойгосском яре палиноспектры вмещающих пород постоянно травяные, лишенные пыльцы кустарников и даже пыльцы карликовых берез. Это палиноспектры холодных безлесных пространств, типичные для многих пачек ледовых комплексов Северной Якутии.

Крест-юряхская свита была описана Т.П. Кузнецовой в нижних частях едомных разрезов пролива как старичный аллювий и Н.Н. Романовским как “фашии низкой поймы и лайд”. О.А. Иванов определил отложения этой пачки как озерные и дал им название крест-юряхская свита.

Крест-юряхская свита залегает линзами, которые местами имеют мощность до 10 м (см. рис. 1, пачка 3). Ее отложения (алеuritы, суглинки) обладают четкой слоистостью, часто ленточной, содержат большое количество растительных остатков, в том числе стволы крупных кустарников (ивы, березы, ольховника). В осадках на Ойгосском яре была также встречена хвоя лиственницы [Кузнецова, 1965]. В озерных отложениях преобладают типичные сетчатые криотекстуры. В верхних слоях много раковин пресноводных моллюсков. Разрез свиты сверху иногда завершается, как и у голоценовых аласов, автохтонными торфяниками.

Яркой особенностью свиты является наличие в ее основании псевдоморфоз по крупным ледяным жилам. Большинство крест-юряхских псевдоморфоз представлено структурами облекания (рис. 3). Псевдоморфозы внедряются в таберированную быччагыйскую и даже в верхние слои куччугуйской свиты, создавая очень сложное строение разрезов [Schirrmeister et al., 2008a,b; Tumskoy, Dobrynin, 2008; Wetterich et al., 2009].

Итак, в описанных разрезах едомных останков на побережьях пролива Дм. Лаптева присутствуют все основные элементы аласного комплекса: таберальные образования (преобразованные протаиванием отложения быччагыйской и куччугуйской свит), псевдоморфозы по полигонально-жильным льдам, озерные и болотные отложения. Налицо типичный АК, строение которого аналогично аласным комплексам голоцена, теперь уже хорошо изученным.

Распространение крест-юряхских линз достаточно широкое, что говорит о региональном развитии в эту эпоху озерного термокарста.

В свое время М.В. Баркова [1971] изучила восемь отобранных О.А. Ивановым образцов из

10-метрового разреза крест-юряхских отложений (см. рис. 2, пачка II) в обнажении 2034.

По данным М.В. Барковой, отложения крест-юряхской свиты характеризуются палиноспектрами с преобладанием пыльцы деревьев и кустарников, причем доминантами спектров являются ольха (*Alnus* sp., в отдельных образцах до 75 % всего спектра) и береза (*Betula* sect. *Albae* – до 40 % спектра). Пыльца лиственницы в совокупности с находками ее хвои свидетельствует о присутствии этого дерева. Близкие результаты были получены из крест-юряхской свиты Н.О. Рыбаковой⁴ [1962, 1972], которая отметила ведущую роль пыльцы деревьев и кустарников с преобладанием березы и ольховника.

Таким образом, палиноспектры крест-юряхской свиты М.В. Барковой и Н.О. Рыбаковой кардинальным образом отличаются от спектров кучугуйской свиты. Палиноспектры, полученные из крест-юряхской свиты, свидетельствуют о распространении в районе, занятом в настоящее время типичной арктической тундрой, субарктической растительности – крупных кустарников, древесных берез. Находки хвои лиственницы свидетельствуют о наличии и этого дерева.

Палиноспектры, полученные М.В. Барковой из крест-юряхской свиты, обнаруживают большое сходство с оптимальными спектрами голоценовых аласных отложений Северной Якутии [Каплина, Ложкин, 1982].

Целая серия крест-юряхских псевдоморфоз на о. Бол. Ляховский и в восточной части Ойогосского яра была исследована сотрудниками российско-германской экспедиции [Andreev et al., 2004; Wetterich et al., 2009]. Были изучены как породы, вмещающие псевдоморфозы, так и породы, их выполняющие.

Палеоботаническая характеристика отложений, вмещающих псевдоморфозы, представлена выше в разделе, посвященном быччагыйской свите, где сообщено о скудости растительности в быччагыйскую эпоху.

В выполнении крест-юряхских псевдоморфоз на южном берегу о. Бол. Ляховский, по данным А.А. Андреева, в составе пыльцы преобладает пыльца трав (Poaceae (30–60 %) и Cyperaceae)⁵. Там же присутствует пыльца кустарниковой ольхи (10–20 %, редко до 40 %), постоянно участвует пыльца берез секций *Albae* и *Nanae*, а также в некоторых образцах пыльца ели и лиственницы. А.А. Андреев полагает, что вокруг древнего термокарстового озера, изученного в разрезе Зимовье, существовала кустарниковая тундра. Он реконструирует температуры июля на 4–5 °С выше со-

временных. Другие органические остатки (панцирные амебы, комары) из псевдоморфоз также свидетельствуют о климате теплее современного [Andreev et al., 2004; Ilyashuk et al., 2006].

Примерно такие же результаты палинологического анализа получены для псевдоморфоз из обнажений в восточной части Ойогосского яра [Wetterich et al., 2009]. Надо отметить, что в материалах А.А. Андреева участие в спектрах пыльцы берез и особенно ольховника значительно скромнее, чем в материалах М.В. Барковой. Причины этого не ясны.

Особенно выразительные результаты были получены при изучении макрофлоры. Ф. Кинаст [Kienast et al., 2008] исследовал растительные макроостатки в шести образцах из двух крест-юряхских псевдоморфоз в разрезе Зимовье. Ему удалось определить растения разных местообитаний, а именно: водоемов, болот, влажных субарктических тундр. Из характерных растений субарктики отмечаются крупные кустарники, особенно ольховник. В коллекции присутствуют также растения прибрежных эпизодически затопляемых участков, пионерные растения, заселяющие обнаженные почвы, растения, толерантные к некоторой засоленности почв. Ф. Кинаст определил в коллекции остатки растений степей и сухих лугов: единичные семена полыней и многочисленные семена лапчаток (*Potentilla* cf. *arenosa* и *P.* cf. *stipularis*).

Рассмотрение растительных группировок, в которых могли участвовать эти растения, привело Ф. Кинаста к выводу о том, что растительный покров эпохи заполнения псевдоморфоз был мозаичным и представлял чередование участков с различным водным балансом – от болот и озер до сухих лугов и степных участков. Характер растительности, по его мнению, позволяет реконструировать климат крест-юряхской эпохи как континентальный с высокими температурами лета и достаточно сильным испарением. Для большинства образцов из псевдоморфоз Ф. Кинаст определяет температуры июля на 3–7 °С выше современных; для самого “теплого” образца (из нижних слоев крест-юряхской структуры облекания) реконструирована температура июля 12,5 °С (как в настоящее время в низовьях р. Яны в с. Казачье). Сейчас температура июля на о. Бол. Ляховский составляет всего 2,8 °С.

В настоящее время Ойогосский яр и о. Бол. Ляховский располагаются в подзоне арктической тундры. Накопление отложений, которое сопровождалось продвижением ольхи и березы (вероятно, и лиственницы) на сотни километров к северу,

⁴ Н.О. Рыбакова вслед за Н.Н. Романовским описывает крест-юряхскую свиту как отложения низкой поймы и лайд.

⁵ Подсчет процентов производился без учета споровой части спектра.

в совокупности с другими биоиндикаторами указывает на климат, в котором лето было существенно теплее современного. Вполне возможно, что значительно смягчены были и условия зимы. Однако повышение температур июля на о. Бол. Ляховский до уровня той же температуры в районе с. Казачье не дает оснований считать такое изменение климата причиной массового развития термокарста. Низовья Яны являются районом низкотемпературных устойчивых многолетнемерзлых пород.

Выдвигать тезис о возрастании влажности климата как о главной причине крест-юряхского термокарста, что было сделано автором для голоценовой волны термокарста [Каплина, 2009], надо несколько осторожнее. Возможно, здесь триггером термокарста стали и возрастание влажности, и существенное увеличение глубины протаивания, которые привели к обводнению за счет таяния льдов в быччагыйской свите с отжатием возникающей воды к поверхности. Во всяком случае, само обилие озерных и болотных фаций в разрезах и достаточно широкое распространение крест-юряхских озер говорит о положительном водном балансе территории. Из всех полученных свидетельств вытекает, что крест-юряхский термокарст был климатогенным.

Едомная свита является верхней составляющей разреза в едомных останцах берегов пролива Дм. Лаптева, т. е. является рельефообразующей. Свита представляет собой типичный ЛК и достигает мощности 25–30 м. Эта свита лежит или на крест-юряхском аласном комплексе, или на быччагыйском ЛК. В последнем случае границу между этими двумя свитами провести достаточно трудно.

Покровный слой. Из покровного слоя в едомных разрезах пролива получены радиоуглеродные датировки 8,94 и 7,64 тыс. лет назад. В палиноспектрах слоя отмечено значительное количество пыльцы ольховника, карликовой березки и ивы, а также верескоцветных. Спектры, по-видимому, отражают растительность оптимального времени голоцена.

Возраст крест-юряхского аласного комплекса

Данные о возрасте собственно крест-юряхской свиты, а следовательно, и о возрасте крест-юряхского АК, отсутствуют. Немногочисленные радиоуглеродные датировки из свиты оказались за пределами. Вопрос о возрасте приблизительно решается с помощью определения возрастных рамок подстилающих (куччугуйских и быччагый-

ских) и перекрывающих (едомный ЛК) отложений. О возрасте быччагыйской свиты опубликованных данных пока нет. В куччугуйской свите на Ойогосском яре и на о. Бол. Ляховский были обнаружены кости копытных леммингов *Dicrostonyx henseli*. В.С. Зажигин определил эти находки как молодой морфотип, который он относит ко времени московского оледенения, т. е. к концу среднего плейстоцена [Зажигин, 2003; Никольский и др., 2007]⁶. Из едомной свиты В.С. Зажигин и в этом, и в других районах отмечает только позднеплейстоценовых леммингов (*Dicrostonyx torquatus*).

Возраст едомной свиты в обнажениях пролива определяется десятками радиоуглеродных датировок – от запредельных цифр более 55–50 тыс. лет назад в нижней части свиты до 17 тыс. лет назад в верхних слоях [Тумирдиаро и др., 1982; Никольский, Басилян, 2003; Nagaoka et al., 1995]. На о. Бол. Ляховский в обнажениях получены даты до 28 тыс. лет, но параллельно найдены кости мамонта возрастом 12 500 и 12 030 лет назад [Andreev et al., 2009]. Можно допустить, что накопление едомной свиты относится к зыряно-сартанскому интервалу (МИС-4–2).

Соответственно, место для крест-юряхского термохрона и крест-юряхской свиты остается в МИС-5. Таким образом, подтверждается точка зрения О.А. Иванова, который считал свиту казанцевской. Эту же точку зрения приняли и германские исследователи, признав эмский возраст свиты.

Подводя итоги анализу крест-юряхского АК, следует остановиться на особом значении быччагыйской свиты [Тумской, Басилян, 2006; Schirmer et al., 2008a,b, рис. 4.5.4-1]. Расшифровка этой свиты в разрезах сталкивалась со значительными трудностями. Как уже говорилось, свита существует в разрезах едомных массивов в двух вариантах.

Там, где в крест-юряхское время термокарст не развивался и озера не возникали, быччагыйская свита могла сливаться с верхним ЛК едомной свиты и составлять как бы нижнюю пачку последней. Между двумя свитами могут наблюдаться следы перестройки систем повторно-жильных льдов, следы сезонноталого слоя и почвообразования, соответствующие некоторому перерыву осадконакопления. Тем не менее признаки эти недостаточны яркие, и их трудно выявить.

Там, где озера возникали, развивался термокарст и, следовательно, происходило таберирование быччагыйского ЛК, последний приобретал облик, близкий к облику куччугуйской свиты. Эта

⁶ Следует заметить, что В.С. Зажигин в одной и той же статье дает разные определения возраста леммингов – днепровского и московского. Мы предпочитаем вторую трактовку, тем более что она хорошо увязывается с ситуацией в разрезе Аллаихи.

свита также протаивала и изменяла свой облик в подозерном талике. В этом случае также происходило “слияние” свит – на этот раз быччагыйской с куччугуйской. Из сказанного очевидна роль крест-юряхской свиты как стратиграфической единицы. Если бы не крест-юряхский аласный комплекс (продукт термохрона, результат климатических и геокриологических событий), термохрон был бы в разрезе пропущен. Во всяком случае, он мог бы быть выявлен лишь в результате детальных исследований.

Распространение и условия формирования древних аласных комплексов

Итак, в разрезах едомного уровня северных якутских низменностей присутствуют древние АК, погребенные позднплейстоценовым ЛК. В предлагаемой статье (сообщения 1 и 2) рассмотрены три таких древних АК – дуванно-ярский, аччагыйский и крест-юряхский.

Кроме этих древних АК на территории северных якутских низменностей обнаружены и изучены с разной степенью детальности еще несколько АК с таким же залеганием. Хорошо выражены:

- АК в основании разреза Раучуа на побережье Восточно-Сибирского моря [Котов, 1998];
- АК в основании нижнего холма Станчиковского яра на р. Мал. Анюй [Константинова, 1965; Каплина и др., 1980];
- АК в разрезе Антохинского яра на р. Бол. Анюй [Кузнецов, 1982]⁷;
- АК в разрезе Омолон-П на правом берегу р. Омолон в ее нижнем течении [Колесников, Рыбакова, 1985];
- кыл-бастахский АК (кыл-бастахские слои) в среднем течении р. Хромы [Каплина и др., 1983];
- АК в обнажении Оймекон в Уяндинской впадине [Каплина, Романовский, 1969]⁸.

Перечисление древних АК, погребенных под ЛК, по-видимому, можно продолжить. Это свидетельствует о широком распространении процесса аласообразования в прошлом на данной территории.

Исследование древних АК показывает, что образование аласов и аласное осадконакопление, по крайней мере, на протяжении среднего–верхнего плейстоцена осуществлялось аналогично процессу термокарста, создавшему голоценовые АК. Результатом древнего озерного термокарста было образование таких же, как и голоценовые, аласных комплексов, состоящих из таберитов, озерных и аласных отложений при существенной роли алас-

ных торфяников. Характерной чертой древних погребенных АК (так же как и голоценовых АК) являются расположенные в их основании псевдоморфозы по ледяным жилам. Часто именно псевдоморфозы позволяют идентифицировать АК в толщах пород.

При переходе от плейстоцена к голоцену одновременно (в геологическом смысле слова) прекратилось накопление ЛК в разрезах едомных массивов и началось осадконакопление в аласных депрессиях. Возможно, что и в более ранние этапы аласообразования накопление ЛК прекращалось. Этот период перерыва в накоплении ЛК по аналогии с голоценом мог продолжаться до 10 тыс. лет. На тех территориях, где в это время аласного осадконакопления не происходило, по-видимому, формировались почвы.

Вопрос о возрасте рассмотренных выше древних АК нельзя считать окончательно решенным.

Аччагыйский и крест-юряхский комплексы, вероятнее всего, относятся к МИС-5 (точнее, 5е). Древний АК Дуванного яра, согласно радиоуглеродному датированию, имеет раннекаргинский возраст.

Аласные комплексы, погребенные под ЛК, являются на территории низменностей Северной Якутии лишь одним из типов древних АК.

Вторым, пожалуй, не менее распространенным типом являются древние АК, погребенные под голоценовыми АК. В совокупности они образуют так называемые двухслойные аласы. Один из таких двухслойных аласов подробно описан автором вместе с О.В. Лахтиной в разрезе Станчиковского яра на р. Мал. Анюй [Каплина и др., 1980]. Нижний из двух АК прослеживается здесь не только в аласе, но и в соседнем едомном холме. В холме древний АК перекрыт верхнплейстоценовым ЛК. Судя по датировкам из погребенного аласного торфяника (34 400 ± 770 МАГ-167; 37 000 ± 700 МГУ-425; 40 800 ± 800 ГИН-378), древний станчиковский АК соответствует по времени дуванно-ярскому погребенному АК и также имеет раннекаргинский возраст. В аласе этот АК перекрыт голоценовым АК.

Система, в которой один и тот же погребенный АК прослеживается одновременно в разрезе едомного холма (под ЛК) и в разрезе соседнего аласа (под голоценовым АК), зафиксирована А.Н. Котовым [1998] на побережье Восточно-Сибирского моря в разрезе Раучуа. То же самое наблюдается в разрезах пролива Дм. Лаптева, где прослежено залегание крест-юряхского АК не

⁷ Антохинский АК, как и дуванно-ярский, может быть отнесен к раннекаргинскому времени. По древесине из АК имеется дата (33 300 ± 210) лет назад (МАГ-237), а непосредственно над АК имеется дата (25 600 ± 350) лет назад (Ri-254).

⁸ Этот АК был ранее описан как отложения древней старицы. Считать его аласным заставляет палинокомплекс с преобладанием пыльцы древесно-кустарниковой группы, в то время как таберальные образования комплекса и вышележащий ЛК содержат только пыльцу трав и споры.

только в едомных разрезах (под ЛК), но и в разрезах соседних аласов [Романовский, 1961; Andreev et al., 2004, 2009].

Множество двухслойных аласов автор наблюдала в правобережных разрезах р. Хромы в ее среднем течении [Каплина и др., 1983]. Известен даже четырехслойный алас – разрез Молотковский Камень на р. Мал. Анюй [Каплина, Гитерман, 1983].

Обилие на территории низменностей двухслойных аласов позволяет сделать заключение о том, что озерный термокарст (по крайней мере голоценовый) часто наследовал аласные депрессии, сформированные предшествовавшим циклом термокарста. По-видимому, хотя древние аласные депрессии в эпохи криохронов заполнялись достаточно мощными толщами ЛК, рельеф во многих случаях полностью не выравнивался. Несмотря на уменьшение глубины древних аласных депрессий, в сокращенном виде они сохранялись. На переходе от плейстоцена к голоцену эти депрессии вторично становились местами скопления воды и, следовательно, аренами новых циклов термокарста. Таким образом, можно предполагать, что большое число голоценовых аласов и аласных равнин являются унаследованными от более ранних геологических этапов и геокриологических событий.

Как голоценовая волна термокарста, так и древние волны термокарста неизменно были климатогенными. Каждый раз развитие термокарста было сопряжено с перестройкой ландшафтов. На смену открытым травяным (“тундростепным”) ландшафтам, связанным с суровостью и высокой континентальностью климата, приходили ландшафты лесотундры или северной тайги. На месте современных арктических тундр размещались крупнокотловинные субарктические сообщества. Климат становился менее континентальным и более влажным.

Как и в случае с голоценовыми АК, есть основания полагать, что главной причиной озерного термокарста в эпохи более древних термохронов было не только повышение температур воздуха, но и существенное увеличение увлажненности, в том числе за счет уменьшения испарения. Несомненно, после возникновения озера играло роль подпитывание возникающих водоемов водами тающих жильных льдов.

Термокарст в Северной Якутии в течение всего плейстоцена развивался по так называемому “холодному” типу, т. е. многолетнемерзлые толщи протаивали лишь в результате озерного термокарста и лишь локально.

Изучение древних аласных комплексов открывает возможности для получения обширных материалов о развитии природных и геокриологи-

ческих условий и об истории криолитогенеза. Более того, в накоплениях аласов могут присутствовать отложения тех эпизодов, которых нет в отложениях ЛК, поскольку в последних этим эпизодам соответствуют перерывы в осадконакоплении или в лучшем случае почвы.

Древние АК являются важными элементами стратиграфического расчленения плейстоценовых отложений северных низменностей и, таким образом, служат существенным элементом криостратиграфии плейстоценовых отложений.

ВЫВОДЫ

- На территории северо-якутских низменностей, кроме позднеплейстоценовой рельефообразующей ультральдистой толщи ЛК, присутствуют более древние погребенные ЛК, ныне представленные отдельными фрагментами. В частности, известны ЛК конца среднего плейстоцена (разрезы на р. Аллаиха и в проливе Дм. Лаптева) и раннекаргинского возраста (Дуванный и Антохинский яры в бассейне Колымы).

- Древние ЛК испытывали термокарстовую переработку, в результате которой каждый раз возникали аласные депрессии. В депрессиях шло осадконакопление и формировались АК, которые впоследствии были погребены более молодыми отложениями. Во многих случаях это вновь были ЛК.

- Древние АК обнаруживают принципиально сходное строение: все они вложены в ЛК, состоят из таберитов, озерных отложений и аласных накоплений, часто включающих торфяники. Таким образом, строение древних АК аналогично строению голоценовых АК.

- Все рассмотренные древние АК были климатогенными. Их возникновение и развитие связано со сменами климатических режимов от суровых континентальных к более мягким, с повышением температур и влажности.

- Наряду с древними АК, погребенными под ЛК, на территории северо-якутских низменностей распространены древние АК, погребенные под голоценовыми АК, образующие в совокупности двухслойные аласы. Такие аласы образовались там, где голоценовые термокарстовые озера возникли в частично сохранившихся древних аласных депрессиях. Здесь АК голоцена унаследованы от более ранних циклов термокарста.

- Древние АК служат важным элементом криостратиграфии: в них могут сохраняться отложения, которых нет в разрезах едомных массивов. В едомных разрезах тем же эпохам соответствовали перерывы в осадконакоплении и формирования почв. Погребенные АК в чередовании с древними ЛК отражают контрасты и цикличность в изменении природных условий плейстоцена на территории Северной Якутии.

Литература

- Архангелов А.А., Михалев Д.В., Николаев В.И.** Реконструкция условий формирования многолетней мерзлоты и палеоклимата северной Евразии // Развитие областей многолетней мерзлоты и перигляциальной зоны северной Евразии и условия расселения древнего человека. М., Ин-т географии РАН, 1996, с. 85–109.
- Баркова М.В.** Спорово-пыльцевые комплексы среднелпесточенных отложений Яно-Индибирской низменности // Учен. зап. НИИГА. Л., 1970, вып. 30, с. 40–46.
- Баркова М.В.** Спорово-пыльцевые комплексы из отложений доледниковой и первой ледниковой эпох позднего плейстоцена Яно-Индибирского междуречья // Учен. зап. НИИГА. Л., 1971, вып. 31, с. 73–85.
- Баркова М.В.** Палинологические материалы к стратиграфии среднего плейстоцена береговых зон морей Лаптевых и Восточно-Сибирского // Стратиграфия и палеогеография позднего кайнозоя Арктики. Л., Севморгеология, 1982, с. 90–96.
- Блинов А.В., Беер Й., Тихомиров Д.А. и др.** Датирование многолетнемерзлых пород с помощью космогенных радионуклидов (Сообщение 1) // Криосфера Земли, 2009, т. XIII, № 2, с. 3–15.
- Зажигин В.С.** О копытных леммингах (*Dicrostonyx*, *Microtinae*, *Rodentia*) Ойгос-Яра Восточной Сибири и о видовом статусе среднелпесточенового вида рода *Dicrostonyx* // Естественная история российской восточной Арктики в плейстоцене и голоцене. М., ГЕОС, 2003, с. 14–31.
- Иванов О.А.** Основные этапы развития субарктических равнин Северо-востока СССР в кайнозое // Северный Ледовитый океан и его побережье в кайнозое. Л., Гидрометеоздат, 1970, с. 474–479.
- Иванов О.А.** Стратиграфия и корреляция неогеновых и четвертичных отложений субарктических равнин Восточной Якутии // Проблемы изучения четвертичного периода. М., Наука, 1972, с. 202–211.
- Каплина Т.Н.** Аласные комплексы Северной Якутии // Криосфера Земли, 2009, т. XIII, № 4, с. 3–17.
- Каплина Т.Н.** Древние аласные комплексы Северной Якутии (Сообщение 1) // Криосфера Земли, 2011, т. XV, № 2, с. 3–13.
- Каплина Т.Н., Гитерман Р.Е.** Опорный разрез второй половины позднего плейстоцена Колымской низменности – Молотковский Камень // Изв. АН СССР. Сер. геол., 1983, № 6, с. 79–83.
- Каплина Т.Н., Лахтина О.В., Рыбакова Н.О.** История развития ландшафта и мерзлых толщ Колымской низменности по радиоуглеродным, криолитологическим и палинологическим данным (на примере разреза Станчиковский яр на р. Мал. Анюй) // Геохронология четвертичного периода. М., Наука, 1980, с. 243–253.
- Каплина Т.Н., Ложкин А.В.** История развития растительности Приморских низменностей Якутии в голоцене // Развитие природы в плейстоцене и голоцене. М., Наука, 1982, с. 207–220.
- Каплина Т.Н., Овандер М.Г., Ложкин А.В. и др.** Четвертичные отложения среднего течения реки Хромы (Яно-Индибирская низменность) // Стратиграфия и палеогеография позднего кайнозоя востока СССР. Магадан, СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1983, с. 80–95.
- Каплина Т.Н., Романовский Н.Н.** Особенности промерзания старичных отложений и формирования в них повторно-жильных льдов // Мерзлотные исслед., 1969, вып. IX, с. 68–73.
- Колесников С.Ф.** Криогенное строение куччугуйской свиты Яно-Индибирской низменности // Инженерные изыскания в строительстве: Науч.-техн. реф. сб., 1980, вып. 1, с. 15–16.
- Колесников С.Ф., Рыбакова Н.О.** Плейстоценовые отложения в долине р. Омолон (Колымская низменность) // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология, 1985, № 1, с. 41–46.
- Коницев В.Н., Колесников С.Ф.** Особенности строения и состава позднекайнозойских отложений в обнажении Ойгосский Яр // Проблемы криолитологии. М., Изд-во Моск. ун-та, 1981, вып. IX, с. 107–117.
- Константинова Г.С.** О полигонально-жильных льдах на Анюйско-Колымской равнине // Подземный лед. М., Изд-во Моск. ун-та, 1965, вып. 1, с. 104–110.
- Котов А.Н.** Аласный и ледовый комплексы отложений северо-западной Чукотки (побережье Восточно-Сибирского моря) // Криосфера Земли, 1998, т. II, № 1, с. 11–18.
- Кузнецов Ю.В.** Строение и вещественный состав верхнеплейстоценовых отложений разреза Антохинский яр Колымской низменности // Проблемы криолитологии. М., Изд-во Моск. ун-та, 1982, вып. X, с. 162–166.
- Кузнецова Т.П.** О четвертичных отложениях с подземным льдом на Яно-Индибирской низменности и о. Б. Ляховском // Подземный лед. М., Изд-во Моск. ун-та, 1965, вып. 1, с. 120–132.
- Куницкий В.В.** Нивальный литогенез и ледовый комплекс на территории Якутии: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. Якутск, 2007, 46 с.
- Найдина О.Д., Баух Х.А.** О распределении пыльцы и спор в поверхностном слое осадков моря Лаптевых // Актуальные вопросы палинологии на рубеже третьего тысячелетия. М., ИГиРГИ, 1999, с. 183–187.
- Никольский П.А., Басилян А.Э.** Мыс Святой Нос – опорный разрез четвертичных отложений севера Яно-Индибирской низменности // Естественная история российской восточной Арктики в плейстоцене и голоцене. М., ГЕОС, 2003, с. 5–13.
- Никольский П.А., Басилян А.Э., Симакова А.Н.** Новые данные по стратиграфии верхнекайнозойских отложений в районе мыса Св. Нос // Ландшафтно-климатические изменения, животный мир и человек в позднем плейстоцене и голоцене. М., Ин-т географии РАН, 1999, с. 51–60.
- Никольский П.А., Зажигин В.С., Басилян А.Э.** Новые данные по фауне млекопитающих и стратиграфии плейстоцена северной Якутии // Фундаментальные проблемы квартара: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы V Всерос. совещ. по изучению четвертич. периода. М., ГЕОС, 2007, с. 298–300.
- Романовский Н.Н.** Четвертичные отложения острова Б. Ляховского и северной части Яно-Индибирской низменности (стратиграфия и мерзлотно-фациальный анализ): Дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 1959, 160 с.
- Романовский Н.Н.** О строении Яно-Индибирской (приморской) аллювиальной равнины и условиях ее формирования // Мерзлотные исслед., 1961, вып. I, с. 129–138.
- Рыбакова Н.О.** Микропалеоботаническая характеристика четвертичных отложений арктической Якутии // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология, 1962, № 6, с. 55–63.
- Рыбакова Н.О.** Результаты палинологического изучения четвертичных отложений арктической Якутии // Палинология плейстоцена. М., Наука, 1972, с. 165–182.
- Томирдиаро С.В., Черненький Б.И.** Криогенно-эоловые отложения Восточной Сибири и Субарктики. М., Наука, 1987, 198 с.

- Томирдиаро С.В., Черненький Б.И., Башлашин Д.К.** Лесово-ледовая формация шельфового типа и обнажение Оягосский яр // Мерзлотно-геологические процессы и палеогеография низменностей Северо-востока Азии. Магадан, СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1982, с. 30–53.
- Тумской В.Е., Басилян А.Э.** Опорный разрез четвертичных отложений о. Большой Ляховский (Новосибирские острова) // Проблема корреляции плейстоценовых событий на Русском Севере: Междунар. раб. совещ. СПб., ВСЕГЕИ, 2006, с. 206.
- Тумской В.Е., Никольский П.А., Басилян А.Э. и др.** Эволюция многолетнемерзлых пород на побережье пролива Дмитрия Лаптева в позднем кайнозое // Междунар. конф. “Ритмы природных процессов в криосфере Земли”: Тезисы докл. М., Полтекс, 2000, с. 123–125.
- Andreev A.A., Grosse G., Schirrmester L. et al.** Late Saalian and Eemian palaeoenvironmental history of the Bol'shoy Lyakhovsky Island (Laptev Sea region, Arctic Siberia) // *Boreas*, 2004, vol. 33, No. 4, p. 319–348.
- Andreev A., Grosse G., Schirrmester L. et al.** Weichselian and Holocene palaeoenvironmental history of the Bol'shoy Lyakhovsky Island, New Siberian Archipelago, Arctic Siberia // *Boreas*, 2009, vol. 38, No. 1, p. 72–110.
- Pyashuk B.P., Andreev A.A., Bobrov A.A. et al.** Interglacial history of a palaeo-lake and regional environment: a multiproxy study of a permafrost deposit from Bol'shoy Lyakhovsky Island, Arctic Siberia // *J. Paleolimnol.*, 2006, vol. 35, p. 855–872.
- Kienast F., Tarasov P., Schirrmester L. et al.** Continental climate in the East Siberian Arctic during the last interglacial: implications from paleobotanical records // *Global and Planet. Change*, 2008, vol. 60, No. 3–4, p. 535–562.
- Meyer H., Dereviagin A., Siegert C. et al.** Palaeoclimate reconstruction on Big Lyakhovsky Island, North Siberia – Hydrogen and Oxygen Isotopes in ice wedges // *Permafrost and Periglacial Processes*, 2002, vol. 13, p. 91–105.
- Nagaoka D., Saijo K., Fukuda M.** Sedimental environment of the Edoma in high Arctic eastern Siberia // *Proc. of the Third Symp. on the Joint Siberian Permafrost Studies between Japan and Russia in 1994*. Sapporo, Inst. Low Temp. Sci., Hokkaido Univ., 1995, p. 8–13.
- Schirrmester L.** Past permafrost records in Arctic Siberia // *Intern. Polar Year 2007/2008. News and Announcements*, 2008. (mhtml:file://F:\IPY1).
- Schirrmester L., Siegert C., Kuznetsova T. et al.** Palaeoenvironmental and paleoclimatic records from permafrost deposits in the Arctic region of Northern Siberia // *Quatern. Intern.*, 2002, vol. 89, p. 97–118.
- Schirrmester L., Wetterich S., Kunitsky V. et al.** Palaeoenvironmental studies on the Oyogos Yar coast // *Ber. zur Polar und Meeresforschung*, 2008a, Bd. 584, S. 85–154.
- Schirrmester L., Wetterich S., Tumskey V., Dobrynin D.** Palaeoenvironmental studies on Bol'shoy Lyakhovsky Island // *Ibid.*, 2008b, S. 51–84.
- Tumskey V., Dobrynin D.** Stratigraphical and geomorphological studies along the south coast of Bol'shoy Lyakhovsky Island and along the Oyogos Yar coast // *Ibid.*, 2008, S. 41–50.
- Wetterich S., Schirrmester L., Andreev A.A. et al.** Eemian and Late Glacial/Holocene palaeoenvironmental records from permafrost sequences at the Dmitry Laptev Strait (NE Siberia, Russia) // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 2009, vol. 279, No. 1–2, p. 73–95.

Поступила в редакцию
20 декабря 2010 г.