

УДК 551.345

С.Ф. Колесников¹**ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПОЛУОСТРОВА ШИРОКОСТАН**

Для решения проблемы генезиса, палеогеографических условий формирования четвертичных отложений Северо-Востока России проведены исследования на полуострове Широкостан (побережье моря Лаптевых). В опорном разрезе (Этрыканский яр) вскрыты разновозрастные отложения. Рельефообразующие отложения – среднеплейстоценовые осадки куччугуйской свиты, в бортах которой на более низком гипсометрическом уровне располагаются верхнеплейстоценовые отложения ойогосской свиты. Отложения данных свит отличаются друг от друга различной льдистостью, размерами полигонально-жильных льдов (ПЖЛ), которые при вытаивании образуют разные по размерам и форме байдже-рахи. Это может служить одним из признаков при составлении геоморфологической карты не только данной территории, но и всех районов распространения ледового комплекса. Отложения ойогосской свиты унаследовали гранулометрический и минералогический состав отложений куччугуйской свиты, что свидетельствует о формировании первых за счет ближайшего переотложения вторых.

Аласный комплекс представлен тремя возрастными образованиями (казанцевскими, каргинскими, голоценовыми), для которых характерно однотипное строение. Впервые удалось проследить фациальные изменения, криогенные, посткриогенные образования в казанцевских осадках от перекрытых ледовым комплексом участков с ледяными жилами до полностью протаявшего ледового комплекса с системой псевдоморфоз. Промерзание всех типов отложений шло как сингенетически, так и эпигенетически. Причем аласные отложения казанцевского возраста могли промерзнуть как сверху, так и снизу в тех местах, где они перекрыты отложениями ойогосской свиты. Возраст отложений доказывался условиями их залегания, спорово-пыльцевыми, макрофаунистическими анализами. Абсолютный возраст отложений определяется по наличию датировок сопредельных районов (Ойогосский яр, остров Б. Ляховский) и его значения согласуются с данными по другим районам приморских низменностей Северо-Востока России.

Результаты спорово-пыльцевого анализа показывают хорошо выраженные изменения климата на протяжении четвертичного периода. Это также подтверждается распространением криогенных и посткриогенных образований в разных генетических типах отложений.

Ключевые слова: Этрыканский яр, куччугуйская свита, ойогосская свита, едомный комплекс, аласные отложения, полигонально-жильные льды, псевдоморфозы, структуры обтекания, байдже-рахи

Введение. На Северо-Востоке России в течение нескольких последних десятилетий проводилось много исследований, направленных на изучение возраста и палеогеографических условий формирования рыхлых отложений. Имеется много разрезов четвертичных отложений (Ойогосский яр, Дуваный яр, ледовый комплекс острова Большой Ляховский, Воронцовский яр и многие другие), описанные Поповым А.И. [Попов, 1953], Романовским Н.Н., Каплиной Т.Н. [Каплина, Романовский, 1960], Лаврушиным Ю.А. [Лаврушин, 1963], Кузнецовой Т.П. [Кузнецова, 1965], Томирдиаро С.В. [1980] и многими другими. В этих работах дается подробное описание строения, криогенного, гранулометрического состава разновозрастных отложений. К сожалению, в них практически отсутствуют данные результатов спорово-пыльцевых, макрофаунистических анализов, определения абсолютного возраста. В последнее время появилось несколько работ, которые компенсируют этот недостаток [Каплина, 2009, 2011; Тумской, 2012; Andreev et al., 2004; Kienast et al., 2008; Wetterich et al., 2009]. В них подробно показаны

условия залегания разновозрастных отложений, палеогеографические характеристики, абсолютный возраст. В настоящее время не существует единого мнения о генезисе этих отложений, за исключением осадков аласного комплекса.

За основу выделения стратиграфических горизонтов взята схема О.А. Иванова [Прохорова, Иванов, 1973], усовершенствованная В.Е. Тумским [2012].

Цель данной работы – дополнить имеющиеся данные о генезисе, палеогеографических условиях формирования четвертичных отложений Северо-Востока России на основе проведенных нами исследований на полуострове Широкостан (побережье моря Лаптевых) (рис. 1).

Материалы и методы исследований. Материалом для написания статьи послужили исследования, проведенные Проблемной лабораторией по освоению Севера географического ф-та МГУ в 1976–1978 гг. на побережье моря Лаптевых. Из серии изученных разрезов разновозрастных четвертичных отложений опорным явился Этрыканский яр, в ко-

¹ Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), факультет картографии и геоинформатики, кафедра географии, канд. геогр. н., доцент; e-mail: sfkol@yandex.ru

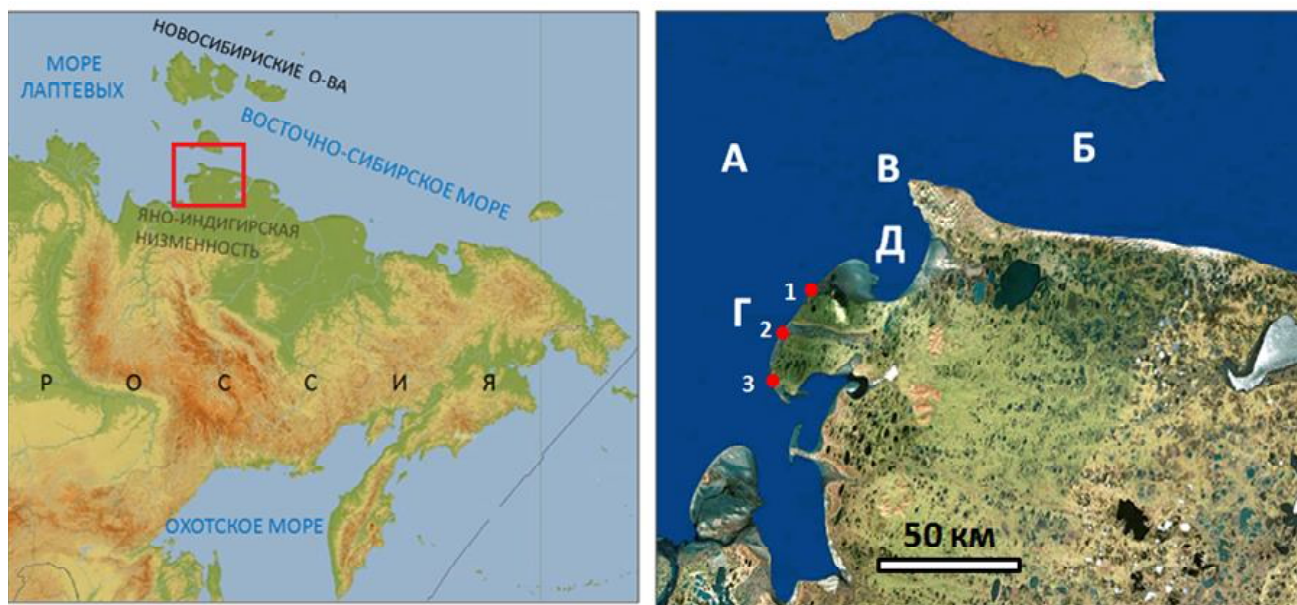


Рис. 1. Этрыканский яр на карте России. 1, 2, 3 – изученные разрезы; 2 – опорный разрез; А – море Лаптевых, Б – пролив Дм. Лаптева, В – полуостров Святой Нос, Г – полуостров Широкостан, Д – Эбеляхская губа

Fig.1. Etrykansky Yar on the map of Russia. 1, 2, 3 – studied sections, 2 – reference section; А – Laptev Sea, В – Dm. Laptev Strait, V – Svyatoy Nos Peninsula, G – Shirokostan Peninsula, D – Ebelyahskaya Bay

тором они представлены наиболее полно – от среднего плейстоцена до голоцена (рис. 2). В процессе работы были выполнены анализы гранулометрического и минералогического состава с использованием стандартных методик. Проведен подробный анализ состава спорово-пыльцевых спектров (определения Е.В. Тер-Григорян), крупных остатков фауны млекопитающих (определения А.В. Шера, А.К. Агаджаняна).

Результаты исследований и их обсуждение. На полуострове Широкостан выделяются 3 типа аккумулятивного рельефа. К первому типу (высокая едома) относятся области ранне-среднеплейстоценовых поднятий с преимущественным развитием разнольdistых осадков кучугуйской свиты с абсолютными отметками 60–110 м. Поверхность пологоволнистая, слаборасчлененная термокарстовыми котловинами глубиной до 10–15 м. Наибольшие из них соединены протоками с небольшими реками Даркан, Этрыкан. Отложения высокой едомы сложены песчаным алевритом. Ко второму типу (низкая едома) относятся области с сокращенным развитием сильно льdistых отложений ойогосской свиты, занимающих более низкое гипсометрическое положение. Они расположены на крыльях осадков первого типа. Интенсивность термокарстовых процессов в верхнем плейстоцене и голоцене была настолько велика, что от первичной льdistой толщи остались

лишь небольшие останцы. На всей поверхности широко развиты термокарстовые котловины диаметром от 0,5 км до 3 км и глубиной до 15 м, характерны повышенная заболоченность, развитие крупных булгуных, полигональный рельеф. К третьему типу рельефа относятся области наиболее полных разрезов осадков ойогосской свиты, приуроченных к областям максимального прогибания. Поверхность сильно заболочена, аласные котловины неглубокие, но очень обширные – до нескольких километров, в



Рис. 2. Этрыканский яр (полуостров Широкостан). Фото автора, 1977 г.

Fig. 2. Etrykansky Yar (Shirokostan Peninsula). Photo of the author, 1977

бортах развиты байджерахи. В центральных частях котловин – небольшие озера, встречаются булгуны высотой до 20 м. Отличительной особенностью различия отложений ойогосской и куччугуйской свит является морфология байджерахов (см. рис. 2). Первые имеют форму пологого конуса высотой до 2,5 м, и шириной у подножья до 3 м. Расстояние между ними от 3 до 10 м. Вторые имеют форму усеченного конуса высотой до 4–8 м и значительно большее расстояние между ними. Эти различия байджерахов могут быть использованы как дешифровочный признак при составлении геоморфологической карты не только данной территории, но и всех районов распространения ледового комплекса.

Отложения куччугуйской свиты, выделенной О.А. Ивановым [Прохорова, Иванов, 1973], составляют основную аккумулятивную равнину полуострова Широкостан (рис. 3). В обнажении Этрыканский яр видимая мощность отложений изменяется от 0 м, где они погружены под уровень моря и перекрыты отложениями аласного комплекса, до 52 м в районе мыса Куртах. В пределах видимой части разреза куччугуйской свиты строение довольно однообразное. Осадки представлены переслаиванием тонкозернистого песка и песчаного алевролита с включением вертикально стоящих корешков травянистых растений. Для строения рассматриваемой толщи, по мнению упомянутых выше исследователей, характерно наличие волнистой слоистости, формирование которой происходило, возможно, на дне мелкого спокойного водоема. Однако наши исследования показали [Колесников, 1980], что, по-видимому, за эту слоистость были приняты изгибания слоев на контакте грунтовых микрожил, возникших за счет заполнения трещин усыхания, а последние никак не могли образоваться на дне водоема. Они появляются на периодически осушаемых незадернованных

участках лайд или прирусловых отмелей. Ширина грунтовых жил обычно 0,5–1,0 см, высота от 10–15 см до 2–3 м. По морфологии они очень похожи на выделенные Е.М. Катасоновым [1962] грунтовые жилы отгибания, образование которых происходит в условиях аккумуляции осадков на периодически осушаемых территориях. Интересно отметить, что на современной осушке Ванькиной губы изучены нами аналогичные структуры, которые могут служить одним из доказательств условий формирования отложений куччугуйской свиты. Широкое развитие данного типа осадков на Северо-Востоке России, в частности, на Ойогосском яре [Тумской, 2012], на севере Колымской низменности (маастахская свита) [Архангелов, 1977] и на Чукотке (энмакайская свита) [Тер-Григорян, 1979; Колесников, 1980], позволяет предположить, что этот тип осадконакопления был основным на данном этапе развития территории. Представляются интересными особенности распределения полигонально-жилых льдов (ПЖЛ) в разрезе. Хорошо прослеживаются два яруса ПЖЛ. В нижней части разреза они имеют четко выраженные признаки сингенеза, в основании имеют клиновидную форму длиной 1–2 м. Основная часть ПЖЛ имеет ширину до 10 м, которая сверху ступенчато сужается и заканчивается небольшим элементарным ростком. Расстояния между ПЖЛ достигают 18–22 м. Четко выраженные плечики и припаянные к ним толстые шлиры льда (1–2 см), приподнимающиеся на контактах с ПЖЛ, неправильная форма, элементарные жилки, венчающие ПЖЛ, говорят об их сингенетическом образовании. Полигональные ванны между ПЖЛ сильно заторфованы линзами мощностью до 3–5 см, которые выклиниваются на контактах с ПЖЛ. Средняя часть толщи характеризуется отсутствием ПЖЛ. Криогенное строение довольно однообразное, преобладает массивная текстура, местами встречается тонкошлировая.

В верхней части разреза встречаются ПЖЛ шириной до 1,5–2,0 м и высотой до 3–5 м, имеющие четко выраженную клиновидную форму. На контакте ПЖЛ с вмещающими отложениями слои отогнуты вверх. Морфологические особенности ПЖЛ позволяют считать их эпигенетическими.

Криогенные особенности строения отложений куччугуйского горизонта хорошо согласуются с составом спорово-пыльцевого спектра. В основании разреза спектр отражает распространение тундровых ландшафтов. В нем преобладает пыльца травянисто-кустарничковых растений (50–65%), в основном это злаковые и осоковые с участием полыни, лебедовых, гвоздичных и сложноцветных.

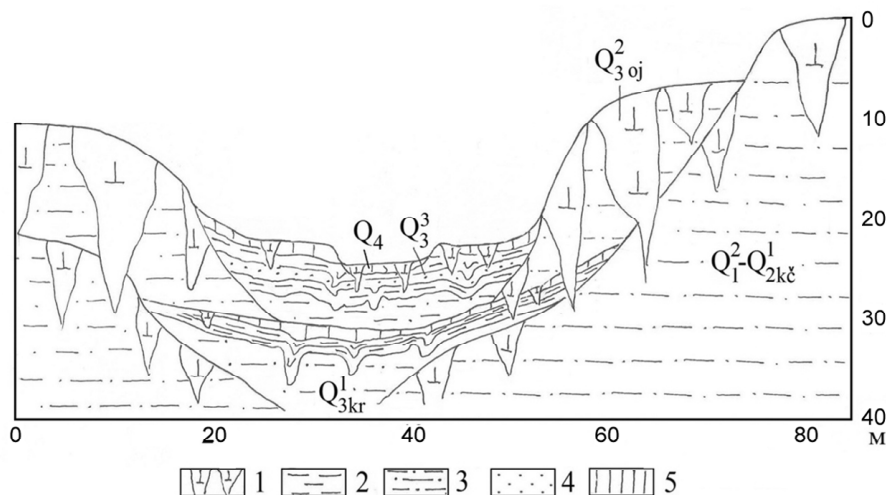


Рис. 3. Строение рыхлых отложений в обнажении Этрыканский яр: 1 – ПЖЛ, 2 – алевроит, 3 – песчаный алевроит, 4 – песок, 5 – торф

Fig. 3. The structure of friable deposits in the Etrykanskyj: 1 – polygonal wedge ice, 2 – aleurite, 3 – sandy aleurite, 4 – sand, 5 – peat

Среди пыльцы древесно-кустарниковой группы (15–20%) основную массу составляет пыльца кустарников (береза, ольховник, ива). Из древесных отмечены лиственница (1–3%), ольха (1–3%). Среди спор господствуют зеленые мхи. В средней части разреза в спорово-пыльцевых спектрах преобладает пыльца древесных и кустарниковых пород (до 50%). Кустарники представлены березой, ольховником, кедровым стлаником. Из древесных преобладают хвойные: ель – 12%, *Pinus s/g Diploxylon* (16%), кедровая стланиковая сосна (20%). В составе кустарниковых и травянистых преобладает пыльца злаковых и осоковых. Доминируют споры зеленых мхов, присутствуют споры сфагновых мхов, папоротникообразных. Такой состав спектров позволяет предположить существование в это время хвойно-мелколиственных лесов с присутствием тундровых фитоценозов. Формирование осадков верхней части разреза происходило в условиях похолодания климата. Оно сопровождалось сокращением лесной растительности и распространением тундр. Содержание пыльцы древесно-кустарниковой группы сокращается до 30%. Увеличивается содержание пыльцы кустарников (березы, ольховника). Начинает господствовать пыльца травянистых и кустарниковых растений (47%). Находки копытного лемминга (определение А.К. Агаджаняна) позволяют отнести их к среднему плейстоцену. На острове Большой Ляховский, в устье реки Зимовье, получены датировки для кучугуйской свиты термолюминисцентным методом 134 ± 22 тыс. лет [Andreev et al., 2004].

Осадки конца среднего плейстоцена на данной территории отсутствуют, что связано с ее интенсивным неотектоническим поднятием. Существовавшие в это время суровые климатические условия привели к формированию достаточно мощных эпигенетических ледяных жил, наличие которых при последующем потеплении привело к заложению крупных термокарстовых котловин.

В основании верхнеплейстоценовых (казанцевских) отложений залегают осадки крест-юряхской свиты. Накопление данных отложений происходило на фоне общего поднятия территории и было приурочено к мелким речным долинам и обширным термокарстовым котловинам, образовавшимся в результате протаивания ледяных жил в кровле отложений кучугуйской свиты. Наиболее распространенные отложения – осадки аласного комплекса. В нижней части этого комплекса наблюдаются таберальные образования, представленные песчаным алевритом и сформировавшиеся за счет переотложения протаивших отложений кучугуйской свиты. Наибольшее развитие они получили в центральной части котловины, достигая видимой мощности 7 м. К бортам котловины их мощность быстро сокращается, и они полностью выклиниваются. Для криогенного строения характерна разреживающаяся сеть шлиров льда, что говорит об эпигенетическом типе промерзания данных отложений. Ближе к бортам котловины на контакте с вышележащими отложениями отмечены ледяные жилы клиновидной фор-

мы с расстояниями между ними до 10–15 м. По мере приближения к центральной части котловины они исчезли и на их месте образовались псевдоморфозы по ПЖЛ. Спорово-пыльцевые спектры отложений основания разреза во многом унаследуют черты нижележащих отложений кучугуйской свиты. В спектрах преобладает пыльца травянисто-кустарниковых растений (50%), много спор (33%) и мало пыльцы древесно-кустарниковых растений (17%). Среди пыльцы травянисто-кустарниковых растений 57% составляет пыльца злаковых, много пыльцы растений группы разнотравья. В группе спор доминируют споры зеленых мхов. Вверх по разрезу в спектрах увеличивается доля древесно-кустарниковых растений, что знаменует собой начало теплой эпохи верхнего плейстоцена. Формирование отложений крест-юряхской свиты, изученных на Ойогосском яре и в находящихся на северной стороне пролива Дмитрия Лаптева разрезах острова Большой Ляховский, происходило в теплых условиях последнего межледникового, о чем имеются убедительные свидетельства как ботанические (споры и пыльца, макроостатки растений), так и энтомологические [Kienast et al., 2008]. Реконструкции температур самого теплого месяца для Ойогосского яра показывают, что они были на $6\text{--}10^\circ\text{C}$ выше современной. На острове Большой Ляховский, в устье реки Зимовье самая древняя датировка термолюминисцентным методом для крест-юряхского горизонта составляет 102 ± 16 тыс. лет [Andreev et al., 2004].

Аласные отложения отличаются большим набором криогенных и посткриогенных образований. Для таберальных отложений характерно наличие слоистых и слоисто-сетчатых криогенных текстур с разреживанием шлиров книзу, что говорит об эпигенетическом типе промерзания. В вышележащих отложениях криогенная текстура массивная. На контакте с вышележащими отложениями ЛК прослеживается сеть ПЖЛ и псевдоморфоз по ним, а также приуроченность ПЖЛ к краям котловин. Ледяные жилы имеют двухъярусное строение. Нижняя часть ПЖЛ клиновидной формы отражает эпигенетическую стадию развития жил, их мощность не превышает 2 м. Верхняя часть имеет неправильную форму, ширина колеблется от 0,1 до 1,0 м, высота – до 1,5 м. Двухъярусное строение ПЖЛ наблюдается вблизи борта котловин, по мере удаления от них ПЖЛ становятся одноярусными, в центральных частях они полностью исчезают, а на их месте присутствуют псевдоморфозы. Все это позволяет предположить, что в краевых частях промерзание шло сингенетически, а ближе к центру – эпигенетически. В данной статье мы не рассматриваем особенности строения псевдоморфоз, так как оно мало отличается от описанных ранее в многочисленных публикациях [Каплина, Романовский, 1960; Костяев, 1960; Каплина, 2009, 2011].

Отложения ойогосского горизонта (низкая едома) имеют широкое распространение на рассматриваемой территории. Они представлены опесчаненным слоистым алевритом. Слоистость подчеркива-

ется тонкими прослоями аллохтонного торфа. Вся толща пронизана вертикально ориентированными корешками травянистой растительности. Встречаются мощные слои автохтонного торфа. Распределение растительных остатков в разных частях разреза неравномерно. Заметно закономерное изменение цвета осадка от сизого в нижней части до буро-коричневого в средней и верхней. Характерная особенность толщи – наличие мощных сингенетических ПЖЛ высотой до 20–25 м (см. рис. 2).

Генезис данных отложений представляет одну из важнейших проблем палеогеографии Северо-Востока России. Имеются точки зрения озерно-аллювиального [Попов, 1953; Касанов, 1954], склонового [Гравис, 1969], аллювиального [Лаврушин, 1963], озерно-болотного [Кайалайнен, Кулаков, 1965], аллювиального и аласного [Конищев, 1969], эолового [Томирдиаро, 1980] происхождения толщи. Важное место в определении генезиса едомы имеет определение ее распространения. С.В. Томирдиаро считает, что едома имеет сплошное распространение и мощным плащом перекрывает разновозрастные отложения. Однако наши исследования, проведенные на полуострове Широкостан, не подтверждают эти утверждения. Было установлено, что в предгорьях массива Юнг-Хастах льдистая толща складывается четко выраженный уровень и вложена в отложения среднеплейстоценовой равнины, часто наблюдается залегание едомных отложений на склонах термокарстовых котловин крест-юрского возраста. В предгорьях и межгорных котловинах распространены склоновые отложения едомы. Таким образом, рисуется довольно сложная картина распространения едомы. Важным фактором, служащим для С.В. Томирдиаро доказательством эолового проис-

хождения едомы, является гранулометрический состав, для которого характерно преобладание лессовой фракции 0,05–0,01 мм. Однако в отложениях едомы встречаются частицы разного размера, что противоречит ее эоловому генезису и объясняет ее генетическую неоднородность [Конищев, 1969; Лаврушин, 1963].

Нами проведен анализ гранулометрического состава отложений куччугуйской и ойогосской свит. На рис. 4 показан график соотношения энтропийной меры сортированности и средневзвешенного диаметра отложений данных толщ, составленный на основе массовых данных гранулометрического анализа. Результаты минералогического анализа отложений двух свит показали хорошо выраженную зависимость состава двух толщ. Это доказывает, что осадки низкой едомы являются продуктом ближайшего переотложения осадков высокой едомы и достаточно четко унаследуют черты состава подстилающих отложений в данном районе, о чем подробно написано в работе С.Ф. Колесникова [1983]. Ее выводы полностью отрицают положения С.В. Томирдиаро об экзотической природе минерального вещества льдистой толщи. Анализ вещественного состава аналогичных отложений в обнажении Ойогосский яр также подтверждает данное положение [Колесников, 1983].

Полученные спорово-пыльцевые спектры отложений ойогосской свиты мало отличаются от аналогичных по другим районам Северо-Востока Якутии и отражают существование арктических тундр в условиях сурового резко континентального климата. В составе пыльцы древесно-кустарниковой группы преобладает береза (до 60%), *Pinus s/g Haploxylo* (до 20%). Среди спор травянисто-кустарниковой группы более половины составляет группа разнотравья, в меньшем количестве присутствует пыльца злаковых, осоковых, полыни. В группе спор господствуют зеленые мхи и печеночники, меньше спор плаунка сибирского. Отложения ойогосской свиты содержат большое количество остатков млекопитающих, типичных для данных осадков в других районах – *Mammuthus primigenius*, *Coelodonta sp.*, *Equus caballus* L., *Rangifer tarandus* L. (определения А.В. Шера). Из аналогичной толщи в разрезе около устья реки Зимовье (о. Б. Ляховский) получена серия радиоуглеродных датировок [Andreev et al., 2004; Wetterich et al., 2009]. Самые древние даты лежат ниже предела метода (их более половины: древнее 52 020, 54 050±3130 и др.), несколько датировок вписываются в каргинский интервал (35 680±400–390, 38 080±2270–1770 и др.) и несколько указывают на сарганский возраст (23 920±180, 29 390±200 и др.). Эти данные хорошо согласуются с полученными для других районов Северо-Востока России.

В центральной части разреза на аласных отложениях крест-юрского горизонта залегают осадки более молодого аласного комплекса, выделенного О.И. Ивановым в хайырскую свиту, образовавшиеся за счет вытаивания мощных ПЖЛ

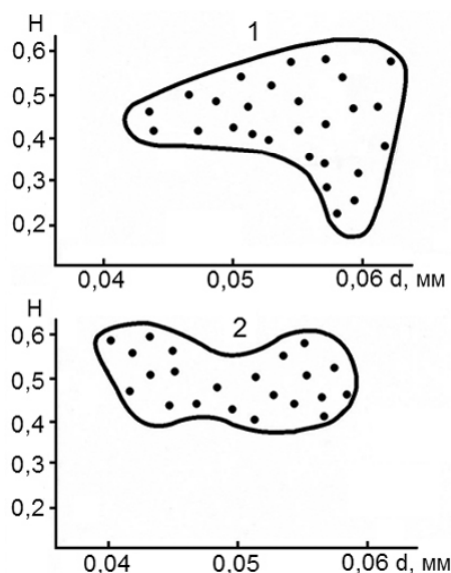


Рис. 4. График соотношения энтропийной меры сортированности и средневзвешенного диаметра для отложений куччугуйской (1) и ойогосской (2) свит

Fig. 4. Ratio graph of the entropy of sorting and weighted average diameter for the sediments of Kuchchuguij (1) and Oyogos (2) formations

ойогосского горизонта. В бортах котловин между двумя разновозрастными отложениями аласного комплекса встречаются непротаившие остатки сильно льдистых отложений ойогосского горизонта. Такие участки располагаются в непосредственной близости от останца едомы и быстро выклиниваются по мере удаления от них.

Строение аласных отложений хайырского горизонта не отличается принципиально от подстилающих отложений крест-юрхского горизонта. Прослеживается закономерная смена фаций снизу вверх от центра к периферии. На рис. 5 приведен пример строения одного из разрезов аласного комплекса. В составе спорово-пыльцевого спектра доля пыльцы травянисто-кустарничковых растений (до 57%). Преобладает пыльца злаковых, меньше осоковых, полыни, растений группы разнотравья. В группе древесно-кустарничковых растений (до 47%) преобладает пыльца кустарников. Среди спор господствуют сфагновые мхи и папоротники. Состав спорово-пыльцевого комплекса свидетельствует о более теплом, чем современный, климате. Спорово-пыльцевые комплексы наряду с положением толщ в разрезе позволяют датировать данные отложения как каргинские. Для их строения характерны криогенные и посткриогенные образования. В таберальных осадках наблюдается слоисто-сетчатая криогенная текстура с хорошо выраженным разреживанием ледяной решетки книзу, что свидетельствует об эпигенетическом типе промерзания отложений. В тех местах, где эти отложения ложатся на сохранившиеся ойогосские осадки, можно наблюдать наклонно ориентированные шпирь льда, причем книзу наблюдается учащение шпиров льда, что, по-видимому, свидетельствует о промерзании отложений снизу одновременно с осадкообразованием.

Собственно аласные отложения имеют в основном массивную криогенную текстуру. Лишь в тех случаях, где мощность прослоев достигает 10–15 см, наблюдаются тонкие шпирь льда. Такое криогенное строение не позволяет определить преобладающий тип промерзания осадков. Торф, венчающий разрез озерно-болотных отложений, имеет большой набор криогенных текстур с преобладанием массивной и атакситовой. Этот слой повсеместно разорван жилами льда мощностью до 3–5 м. ПЖЛ имеют четко выраженную клиновидную форму, позволяющую считать их эпигенетическими. В настоящее время они не развиваются, полигональный рельеф выражен очень плохо, валики находятся в стадии разрушения. Криогенное строение в целом подтверждает, что осадконакопление шло в достаточно теплых климатических условиях, наличие посткриогенных образований внутри

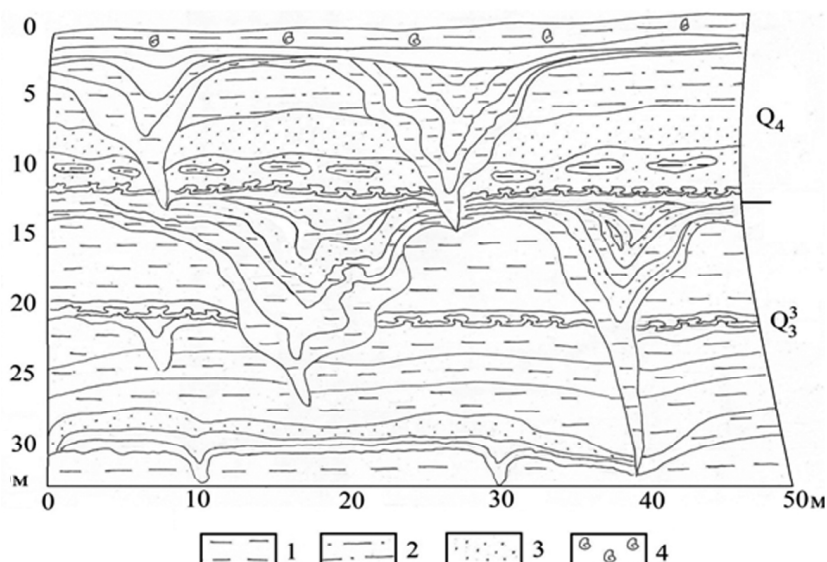


Рис. 5. Фрагмент строения разреза аласных отложений: 1 – алеврит, 2 – песчаный алеврит, 3 – песок, 4 – пресноводные моллюски

Fig. 5. A fragment of the structure of the alas sediments section: 1 – aleurite, 2 – sandy aleurite, 3 – sand, 4 – freshwater mollusk

толщи, приуроченных к незначительным перерывам в осадконакоплении, свидетельствует о благоприятных условиях для формирования эпигенетических ПЖЛ.

В толщу каргинских аласных вложены озерно-болотные отложения голоцена (см. рис. 5). Они сформировали хорошо выраженную террасу высотой 10–12 м и образовались за счет протаивания нижележащих толщ. Каргинские осадки не отличались высокой льдистостью, как отложения ледового комплекса, поэтому в голоценовых осадках не отмечаются табераты. Все остальные признаки, характерные для аласного комплекса, присутствуют в данном разрезе. В его верхней части на всем протяжении прослеживается слой плохо разложившегося торфа мощностью до 0,5 м. Ниже залегает маломощный слой алеврита и тонкозернистого песка с включением намытого органики, ракушками пресноводных моллюсков. Местами отмечаются участки со слабо выраженной косой и мелко волнистой слоистостью, что говорит о незначительных подводных течениях. Для данного разреза характерно сочетание ледяных жил и псевдоморфоз. Верхняя часть ПЖЛ находится в слое торфа, а основная часть расположена в нижележащих отложениях. В слоистой пачке хорошо заметны псевдоморфозы, которые проникают в каргинские слои на глубину до 2–3 м. Часто псевдоморфозы секут ПЖЛ, нарушая строение первых.

Выводы:

- на полуострове Широкостан отложения кучугуйской свиты слагают водораздельную поверхность, на бортах которой и на более низком уровне располагаются отложения ойогосской свиты;
- отложения данных свит отличаются друг от друга различной льдистостью, размерами ПЖЛ, ко-

торые при вытаивании образуют разные по размерам и форме байджеяхи. Это может служить одним из признаков при картировании территории. Отложения ойогосской свиты унаследовали гранулометрический и минералогический составы отложений куччугуйской свиты, что свидетельствует о ближайшем переотложении первых и отрицает их эоловое происхождение;

– особенности криогенного строения позволяют считать, что промерзание всех типов отложений шло как сингенетически, так и эпигенетически. Причем аласные отложения крест-юряхской свиты могли промерзнуть как сверху, так и снизу в тех местах, где они перекрыты отложениями ойогосской свиты;

– возраст отложений доказывался условиями их залегания, спорово-пыльцевыми, макрофаунистическими анализами. Абсолютный возраст определяется по наличию датировок сопредельных районов (Ойогосский яр, остров Б. Ляховский) и его значения согласуются с данными по другим районам приморских низменностей Северо-Востока России;

– результаты спорово-пыльцевого анализа показывают хорошо выраженные изменения климата на протяжении четвертичного периода и во многом дополняют материалы других авторов. Это подтверждается также распространением криогенных и посткриогенных образований в разных генетических типах отложений.

Благодарности. Автор благодарит сотрудников Проблемной лаборатории по освоению Севера О.И. Гапон, А.В. Суркова за помощь в проведении полевых работ. Данная статья написана в память о научном руководителе работ Наталье Георгиевне Патык-Кара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Архангелов А.А. Подземное оледенение севера Колымской низменности в позднем кайнозое // Проблемы криолитологии. Вып. VI. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. С. 26–58.
- Гравис Г.Ф. Склоновые отложения Якутии. М.: Наука, 1969. 128 с.
- Кайалайнен В.И., Кулаков Ю.Н. Основные черты истории геологического развития Яно-Инди́гирской (Приморской) низменности в неоген–четвертичное время // Тр. НИИГА, 1965. 143 с.
- Каплина Т.Н. Аласные комплексы отложения Северной Якутии // Криосфера Земли. 2009. Т. XIII. № 4. С. 3–17.
- Каплина Т.Н. Древние аласные комплексы Северной Якутии (сообщение 2) // Криосфера Земли. 2011. Т. XV. № 3. С. 20–30.
- Каплина Т.Н., Романовский Н.Н. О псевдоморфозах по полигонально-жильному льду // Перигляциальные явления на территории СССР. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1960. С. 101–130.
- Катасонов Е.М. Криогенные текстуры, ледяные и грунтовые жилы как генетические признаки многолетнемерзлых четвертичных отложений // Вопросы криологии при изучении четвертичных отложений. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 34–41.
- Колесников С.Ф. Криогенное строение отложений куччугуйской свиты Яно-Инди́гирской низменности // Инженерные изыскания в строительстве. 1980. Вып. 1. С. 15–16.
- Колесников С.Ф. Особенности состава отложений ледового комплекса Северо-Востока СССР // Проблемы криолитологии. Вып. 11. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1983. С. 81–87.
- Коницев В.Н. К вопросу формирования сингенетических мерзлых толщ // Проблемы криолитологии. Вып. 1. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969. С. 13–24.
- Коницев В.Н., Колесников С.Ф. Особенности строения и состава позднекайнозойских отложений в обнажении Ойогосский яр // Проблемы криолитологии. Вып. IX. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. С. 107–117.
- Костяев А.Г. О признаках различия мерзлотных и конвективных диагенетических структур в четвертичных отложениях // Подземный лед. Вып. 2. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1960. С. 41–54.
- Кузнецова Т.Н. О четвертичных отложениях с подземным льдом на Яно-Инди́гирской низменности и о. Б. Ляховском // Подземный лед. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1965. С. 120–133.
- Лаврушин Ю.А. Аллювий равнинных рек субарктического пояса и перигляциальных областей материковых оледенений // Тр. Ин-та геологии АН СССР. 1963. Вып. 87. 253 с.
- Попов А.И. Особенности литогенеза аллювиальных равнин в условиях сурового климата // Известия АН СССР. Серия географическая. 1953. № 2. С. 50–72.
- Прохорова С.М., Иванов О.А. Оловоносные гранитоиды Яно-Инди́гирской низменности и связанные с ними россыпи // Тр. НИИГА. Т. 165. Л.: Недра, 1973. 232 с.
- Томирдиаро С.В. Лессово-ледовая формация Восточной Сибири в плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1980. 183 с.
- Тумской В.Е. Особенности криолито́генеза отложений северной Якутии в среднем неоплейстоцене – голоцене // Криосфера Земли. 2012. Т. XVI. № 1. С. 12–21.
- Andreev A.A., Grosse G., Schirmermeister L., Kuzmina S.A., Novenko E.Y., Bobrov A.A., Tarasov P.E., Kuznetsova T.V., Krbetschek M., Meyer H., Kunitsky V.V. Late Saalian and Eemian palaeoenvironmental history of the Bolshoi Lyakhovski island (Laptev Sea region, Arctic Siberia). *Boreas*, 2004, vol. 33, no. 4, p. 319–348. DOI: 10.1080/03009480410001974.
- Kienast F., Tarasov P., Schirmermeister L., Grosse G., Andreev A.A. Continental climate in the East Siberian Arctic during the last interglacial: Implications from paleobotanical records. *Global and Planetary Change*, 2008, vol. 60, no. 3–4, p. 535–562. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2007.07.004.
- Wetterich S., Schirmermeister L., Andreev A.A., Pudenz M., Plessen B., Meyer H., Kunitsky V.V. Eemian and Late Glacial. Holocene palaeoenvironmental records from permafrost sequences at the Dmitri Laptev Strait. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2009, vol. 279, iss. 1–2, p. 73–95. DOI: 10.1016/j.palaeo.2009.05.002.

Поступила в редакцию 27.11.2018

После доработки 25.10.2019

Принята к публикации 06.03.2020

S.F. Kolesnikov¹

QUATERNARY SEDIMENTS OF THE SHIROKOSTAN PENINSULA

Investigations on the Shirokoston Peninsula (the Laptev Sea coast) were carried out to solve the problem of genesis and paleogeographic conditions of the formation of Quaternary sediments in the North-East of Russia. Heterochronous sediments were discovered in the reference section of the Etrykansky Yar. The relief is formed on the Middle Pleistocene sediments of the Kuchchuguj formation, on either side of which there are the Upper Pleistocene deposits of the Oyogos formation lying on the lower hypsometric level. The sediments of these formations differ in the amount of ice, the proportions of the polygonal wedge ice (PWI), that produces different in size and shape baidzherahs after thawing. This could be a distinction when compiling a geomorphologic map of both the territory under study and all areas of ice complex occurrence. The sediments of the Oyogos formation inherited the granulometric and mineralogical composition of the Kuchchuguj deposits, indicating not far off re-deposition of the latter.

The alas complex is represented by formations of three ages (Kazancevsky, Karginsky and the Holocene), which are characterized by a similar structure. For the first time it became possible to trace the facial changes, cryogenic and post-cryogenic formations in Kazancevsky sediments, from the ice-covered areas with ice veins to totally melted ice complex with a system of pseudomorphoses. The freezing of all types of sediments was both syngenetic and epigenetic. Moreover, the alas deposits of the Kazancevsky age could freeze both from above and bottom-up if they were covered by sediments of the Oyogos formation. The age of the sediments is proved by their position, as well as by spore-pollen and macrofaunistic analyses. The absolute age of the sediments is determined by the dating of neighboring areas (the Oyogos Yar, Big Lyahovsky Island etc.) and coordinated with the data on other coastal lowlands of the Northeast Russia.

The results of spore-pollen analysis show well-defined climate changes during the Quaternary period. This is also confirmed by the occurrence of cryogenic and post-cryogenic formations in different genetic types of sediments.

Key words: Etrykansky Yar, Kuchchugui Formation, Oyogos Formation, Yedomia Complex, alas deposits, polygonal wedge ice, pseudomorphoses, draping structures, baidzherahs (thermokarst mounds)

Acknowledgments. The author thanks O.I. Gapon and A.V. Surkov of the Problem Laboratory for the Development of the North for their assistance in carrying out field work. The article is written in memory of Natalia Patyk-Kara, the scientific leader of the work.

REFERENCES

- Andreev A.A., Grosse G., Schirmermeister L., Kuzmina S.A., Novenko E.Y., Bobrov A.A., Tarasov P.E., Kuznetsova T.V., Krbetschek M., Meyer H., Kunitsky V.V. Late Saalian and Eemian palaeoenvironmental history of the Bolshoi Lyakhovskiy island (Laptev Sea region, Arctic Siberia). *Boreas*, 2004, vol. 33, no. 4, p. 319–348. DOI: 10.1080/03009480410001974.
- Arkhangelov A.A. Podzemnoe oledenenie severa kolymskoj nizmennosti v pozdnem kainozoe [Underground glaciation in the north of the Kolyma Lowland in the Late Cenozoic], *Problemy kriolitologii*, iss. VI, Moscow, Moscow University Publ., 1977, p. 26–58. (In Russian)
- Gravis G.F. Sklonovye otlozheniya Yakutii [Slope deposits of Yakutia], Moscow, Nauka Publ., 1969, 128 p. (In Russian)
- Kajalajnen V.I., Kulakov Y.N. Osnovnye cherty istorii razvitiya Yano-Indigirskoj (Primorskoj) nizmennosti v neogen–chetvertichnoe vremya [The main features of the history of geological development of the Yana-Indigirka (Coastal) lowland in the Neogene-Quaternary], *Trudy NIIGA* [Proc. of the Research Institute of Geology of the Arctic], 1965, 143 p. (In Russian)
- Kaplina T.N. Alasnye komplekсы Severnoj Yakutii [Alas complex of North Yakutia]. *Kriosfera Zemli*, 2009, vol. X, no. 4, p. 317. (In Russian)
- Kaplina T.N. Drevnie alasnye komplekсы Severnoj Yakutii (soobshchenie 2) [Ancient alas complexes of Northern Yakutia (Part 2)]. *Kriosfera Zemli*, 2011, vol. XV, no. 3, p. 2030. (In Russian)
- Kaplina T.N., Romanovskij N.N. On pseudomorphoses over the polygonal wedge ice. *Periglacialnye yavleniya na territorii SSSR* [Periglacial phenomena within the USSR territory], Moscow, Moscow University Publ., 1960, p. 101–130. (In Russian)
- Katasonov E.M. Cryogenic texture, ice and ground wires as frozen genetic characteristics of Quaternary deposits, *Voprosy kriologii pri izuchenii chetvertichnykh otlozhenij* [Questions of cryology in the study of Quaternary sediments], Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1962, p. 34–41. (In Russian)
- Kienast F., Tarasov P., Schirmermeister L., Grosse G., Andreev A.A. Continental climate in the East Siberian Arctic during the last interglacial: Implications from paleobotanical records. *Global and Planetary Change*, 2008, vol. 60, no. 3–4, p. 535–562. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2007.07.004.
- Kolesnikov S.F. Specific composition of ice complex deposits in the North-East of the USSR, *Problemy kriolitologii* [Problems of cryolithology], iss. XI, Moscow, Moscow University Publ., 1983, p. 81–87. (In Russian)

¹ Moscow State University of Geodesy and Cartography (MIIGA), Faculty of Cartography and Geoinformatics, Department of Geography, Associate Professor, PhD in Geography; e-mail: sfkol@yandex

Konishhev V.N. To the formation of singenetic frozen strata. *Problemy kriolitologii* [Problems of cryolithology], iss. I, Moscow, Moscow University Publ., 1969, p. 13–24. (In Russian)

Konishhev V.N., Kolesnikov S.F. Specific features of the structure and composition of pozdnokajnozjskih deposits in the Ojogosskij Yar outcrop. *Problemy kriolitologii* [Problems of cryolithology], iss. IX, Moscow, Moscow University Publ., 1981, p. 107–117. (In Russian)

Kostyaev A.G. Guide to the differentiation between permafrost and convective diagenetic structures in Quaternary sediments. *Podzemnyj led* [Underground ice], iss. 2, Moscow, Moscow University Publ., 1960, p. 41–54. (In Russian)

Kuznetsova T.N. About Quaternary sediments with underground ice in the Yana-Indigirka lowland and about. B. Lyakhovsky, *Podzemnyi led* [Underground ice], Moscow, Moscow University Publ., 1965, p. 120–133. (In Russian)

Lavrushin Yu.A. Alluvium of lowland rivers within the subarctic belt and periglacial regions of the continental glaciation, *Trudy In-ta geologii AN SSSR* [Proc. of the Institute of Geology, USSR Academy of Sciences], 1963, iss. 87, 253 p. (In Russian)

Popov A.I. Osobennosti litogeneza allyuvialnyh ravnin v usloviyah surovogo klimata [Specific features of lithogenesis of

alluvial plains under severe climatic conditions], *Izvestiya AN SSSR, Seriya geograficheskaya*, 1953, no. 2, p. 50–72. (In Russian)

Prokhorova S.M. Ivanov O.A. Tin-bearing granitoids of the Yana-Indigirka lowland and associated placers. *Trudy NIIGA* [Proc. of the Research Institute of Geology of the Arctic], vol. 165, Leningrad, Nedra Publ., 1973, 232 p. (In Russian)

Tomirdiario S.V. Lessovo-ledovaya formaciya Vostochnoj Sibiri v plejstocene i golocene [The loess-ice formation of Eastern Siberia in the Pleistocene and Holocene], Moscow, Nauka Publ., 1980, 183 p. (In Russian)

Tumskoy V.E. Osobennosti kriolitogeneza otlozhenii severnoi Yakutii v srednem neopleistotsene – golotsene [Peculiarities of cryolithogenesis in Northern Yakutia (Middle Neopleistocene to Holocene)], *Kriosfera Zemli*, 2012, vol. XVI, no. 1, p. 12–21. (In Russian)

Wetterich S., Schirrmeister L., Andreev A.A., Pudenz M., Plessen B., Meyer H., Kunitsky V.V. Eemian and Late Glacial. Holocene palaeoenvironmental records from permafrost sequences at the Dmitri Laptev Strait. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2009, vol. 279, iss. 1–2, p. 73–95. DOI: 10.1016/j.palaeo.2009.05.002.

Received 27.11.2018

Revised 25.10.2019

Accepted 06.03.2020