

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЯ ИМ П.И. МЕЛЬНИКОВА
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
научной работе Института
мерзлотоведения им. П.И.
Мельникова СО РАН М.Н.
А.Н. Федоров



СОГЛАСОВАНО

Директор Государственного
бюджетного учреждения
«Национальный парк «Ленские
столбы»
А.А. Семенов

ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТЧЕТ

о результатах научно-исследовательских работ на территории
Национального парк «Ленские столбы» в 2021 г.

Руководитель исследований
д.г.н. А.А.Галанин

Декабрь, 2021

РЕЗЮМЕ

Настоящий отчет и лежащие в его основе результаты получены в рамках действующего **Соглашения и Программы** совместных исследований Института мерзлотоведения им. П.И.Мельникова СО РАН и Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный парк Ленские Столбы» от 04.02.2021 г. Отчет включает список исполнителей, календарный план работ и основные результаты. Отчет содержит __21__ стр. машинописного текста, __6__ рисунков и список использованной литературы из __22__ наименований.

Список исполнителей

1. Галанин А.А., доктор географических наук, главный научный сотрудник Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (**научных руководитель исследований**);
2. Шапошников Г.И., 30, аспирант очной формы обучения ИМЗ СО РАН, младший научный сотрудник Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН (**руководитель экспедиционных работ**);
3. Кузьмина С.А., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Палеонтологического института РАН;
4. Лыткин В. М., кандидат географических наук, научный сотрудник Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН;
5. Павлова М.Р., младший научный сотрудник Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, соискатель при аспирантуре ИМЗ СО РАН;
6. Васильева А.Н. инженер-исследователь Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН;
7. Климова И.В. ведущий инженер Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН.

Цель, задачи и объекты исследований

Выполненные в 2021 г. работы на территории Национального парка «Ленские Столбы» лежат в рамках фундаментальных бюджетных НИР ИМЗ СО РАН, а также текущих грантов РФФИ и РГО по изучению строения, возраста и эволюции рельефа, четвертичных отложений, криолитозоны, климата и ландшафтов Центральной Якутии.

Целью исследований является комплексное изучение эолового рельефа и покровных отложений Центральной Якутии, изучение ключевых опорных разрезов и их абсолютное датирование современными методами, реконструкция хронологии позднечетвертичного опустынивания и его палеогеографического значения в холодных регионах Восточной Сибири и Северной Евразии. Целью работ 2021 г. являлись выполнение экспедиционных работ по доизучению наиболее информативных разрезов в бассейне среднего течения р. Лены и ее притоков, расположенных как на территории Национального парка «Ленские Столбы», так и в его окрестностях.

Главными задачами экспедиционных работ в 2021 г. являлись ревизия и комплексное изучение опорных разрезов правобережья р. Лены (Усть-Буотамское обнажение бестяхской террасы) и в нижнем течении р. Буотамы; отбор проб для выполнения различных видов анализов, в том числе абсолютное датирование современными методами, изучение минералогии, гранулометрического, спорово-пыльцевого и палеонтологического составов, изучение подземных льдов изотопными методами и др.; изучение и картографирование позднечетвертичного и современного эолового рельефа, в том числе с использованием телеметрической съемки и летательных аппаратов.

Ключевыми объектами исследований является бестяхская, тустахская и табагинская террасы р. Лены, террасы р. Буотамы, тукуланы Саамыс-Кумага и Ленская дюна.

**Календарный план исследований на территории национального
парка «Ленские Столбы» на 2021 год.**

п/ п	Сроки выпол нения работ	Виды работ	Район исследо ваний	Результаты
	15 марта- 15 апреля	Рекогносцир овочные исследовани я тукулана Саамыс- Кумага	Тукулан Саамыс- Кумага	Не выполнено в связи с непредставлением транспортных средств национальным парком «Ленские Столбы» по техническим причинам для заброски полевого отряда на тукулан Саамыс-Кумага.
	10-20 июня	Рекогносцир овочные исследовани я террас реки Буотамы	Маршрут до 50 км вверх по р. Буотам на надувных лодках	Выполнено. Описано естественное обнажение низкой террасы реки Буотам. Отобраны образцы льдов ледового комплекса для изучения изотопного состава (D и ¹⁸ O) и органического материала для радиоуглеродного датирования.
	15 август а – 15 сентяб ря	Изучение строения и стратиграфи и террас среднего течения реки Лена	Устье реки Буотам, устье реки Диринг- Урях	Выполнено. Продолжено изучение Усть- Буотумского обнажения; Отобраны 40 проб на гранулометрический анализ; 20 проб на минералогический анализ; 6 проб для выполнения OSL и радиоуглеродное датирования; 58 проб для изучения ископаемой фауны насекомых.
		Изучение динамики тукулана Саамыс- Кумага и Ленская дюна	Тукулан Саамыс- Кумага, Ленская дюна (устье реки Буотам)	Выполнена аэрофотосъемка высокого разрешения тукулана Самыс-Кумага.

**1. Изучение строения и возраста бестяхской террасы среднего течения р.
Лены**

Дискуссия о количестве, возрасте и генезисе террас р. Лены продолжается уже более полувека. Традиционно предполагалось, что низкие террасы являются самыми молодыми, а высокие – наиболее древними. С.С.

Коржуховым [1959] выделено 8 разновозрастных террас в интервале от 3 до 200 м от уреза р.Лены. П.А.Соловьевым [1959] - 4 высоких террасы: бестяхская (55-75 м), тунгулюнская (65-100 м), абалахская (115-135 м) и маганская (155-175 м). М.С.Иванов [1984] выделил пойму и 5 надпойменных террас: якутскую (8-10 м), сергелляхскую (17 м), кердемскую (15-25 м), бестяхскую (45-75 м), тунгулюнскую (65-100 м), а также абалахскую денудационно-аккумулятивную равнину (115-135 м).

С.С.Правкин с соавт. [2018] указывают, что их морфометрические исследования не подтверждают указанные предшественниками высот и вообще наличие четких границ между тунгулюнской, бестяхской и кердемской террасами. Авторы пришли к выводу об относительной молодости и общности условий происхождения рельефа всей данной поверхности долины р.Лены по сравнению с окружающими территориями.

М.С.Иванов [1984] объясняет значительное снижение высоты бестяхской и кердемской террас от устья р. Буотамы до устья р. Алдана результатом тектонического погружения подошвы четвертичных отложений в северном направлении. Действительно, максимальная высота Бестяхской террасы (90-120 м) и мощность слагающих ее песков дьолкуминской свиты (70-80 м) наблюдаются в Усть-Буотамском обнажении в 120 км южнее г. Якутска. В северном направлении около г. Нижний Бестях ее высота снижается до 40-60 м, еще в 100 км севернее (обнажение Песчаная Гора) - до 25 м (кердемская терраса). Еще севернее на 60-километровом участке до устья р.Алдана данная поверхность снижается до высоты 12-18 м и именуется первой надпойменной террасой.

В строении бестяхской и кердемской террас в разном объеме принимают участие 3 основные свиты (бестяхская, мавринская и дьолкуминская). Общей чертой данных террас является то, что их поверхность повсеместно покрыта разновозрастными генерациями закрепленных параболических и копьевидных дюн, сложенных перекрестно слоистыми кварцевыми песками мощностью до 10-15 м. Изредка встречаются и современные (незакрепленные) дюны высотой

до 30 м (например, Ленская Дюна). Размеры самого большого незакрепленного дюнного массива Саамыс-Кумага, расположенного в южной части бестяхской террасы высотой около 80 м, достигают 1 км в ширину и 3 км в длину.

Наиболее высокие террасы р. Лены (тюнгуюнская, табагинская, а также абалахская равнины) имеют принципиально иное строение. В отличие от бестяхской и кердемской террас их поверхность покрыта единым плащом тонкослоистых суглинистых отложений мощностью от 10-15 до 60 м. Причем мощность покровов увеличивается от тальвегов долин в сторону водоразделов. По данным Т.Л.Певе, А.Журно [1983] и других исследователей данные образования имеют эоловое и криогенно-эоловое происхождение и разделяются на 2 пачки. Нижняя сложена серыми слабо льдистыми лессами среднеплейстоценового возраста. Верхняя представлена коричневыми лессово-ледовыми отложениями (едомная свита) с массивными полигонально-жильными льдами (ПЖЛ), формировавшиеся на протяжении второй половины позднего неоплейстоцена.

В строении бестяхской и кердемской террас правобережья р. Лены от Ленских столбов до устья р. Алдан участвуют следующие свиты.

Бестяхская свита выделена Г.Ф.Лунгерсгаузенем в 1961 г. [Камалетдинов, Минюк, 1991]. Она сложена слабо охристыми гравийно-галечно-песчаными отложениями мощностью 2-5 м и является базальным аллювием, лежащим на коренном докайнозойском цоколе. Кровля свиты выдержана на большом протяжении, приурочена к современному урезу р.Лены. Ее возраст отнесен к тобольскому времени среднего неоплейстоцена (МИС 10-МИС 8) [Камалетдинов, Минюк, 1991]. Абсолютных датировок свиты в настоящее время не имеется. Во всех разрезах кровля бестяхской свиты срезана, маркируется фрагментами палеопочв, песчаными клиньями, цементирующими железисто-карбонатными корками.

Мавринская свита среднеплейстоценового возраста выделена в 1966 г. В.В.Колпаковым в низовьях р. Лены, а затем установлена и в ее среднем

течении [Колпаков, 1983; Камалетдинов, Минюк, 1991]. Она образована монотонным переслаиванием песков, супесей и суглинков с редкими линзами гравия, мелких моллюсков. В Усть-Буотамском, а также расположенном в 12 км южнее обнажением Дириг-Юрях, в отложениях свиты присутствуют прослой мелкой гальки и щебня с признаками ветровой огранки (ветрогранники), а также тонкие линзы гравия с моллюсками. В пределах среднего течения р. Лены мавринская свита повсеместно залегает с размывом на бестяхской свите и в большинстве обнажений перекрыта песками дьолкуминской свиты.

Существуют разногласия по поводу происхождения мавринской свиты. В.В.Колпаковым [1983] и рядом других исследователей принято ее озерно-аллювиальное происхождение [Решения..., 1983]. Другие считают, что она аналогична перигляциальному аллювию, широко распространенному на Европейской территории России [Камалетдинов, Минюк, 1991]. На основе палеонтологического состава и условий залегания В.В.Колпаков и другие предшественники [Камалетдинов, Минюк, 1991] предполагали формирование свиты от ширтинского до казанцевского времени (МИС 7 – МИС 5). В Усть-Буотамском обнажении (рис. 1) вблизи кровли мавринской свиты авторами настоящей статьи получена запредельная ОСЛ-датировка >314 тыс. л.н. (Risø 208224), указывающая, что данные отложения имеют более древний возраст (МИС 9 и древнее) и, вероятно, формировались на протяжении тобольского времени среднего неоплейстоцена.

Дьолкуминская свита, сложенная хорошо сортированными диагонально и перекрестно слоистыми светлыми песками мощностью до 20 м была выделена В.В.Колпаковым [1983] и первоначально датирована средним неоплейстоценом. Позднее отложения свиты в большом объеме были установлены в строении во всех разрезах бестяхской террасы на протяжении от Ленских Столбов до устья р. Алдана, а также в нижнем течении р. Виллой [Галанин, Павлова, 2019]. В настоящее время на основании значительного количества радиоуглеродных и ОСЛ дат возраст дьолкуминской свиты

отнесен к сартанскому времени (МИС 2) позднего неоплейстоцена [Алексеев и др., 1984; Галанин, 2021]. Недавно установлено, дюнные покровы дьолкуминской свиты имеют двучленное строение и сформировались в ходе 2-х крупных пиков опустынивания. Первый 20-15 тыс.л.н. совпадает с последним термическим минимумом. Второй связан с похолоданием позднего дриаса (12,8-11,8 тыс.л.н.). Отложения данных двух пиков отделены друг от друга дефляционным срезом, маркируемым региональной палеопочвой беллинг-аллередского возраста [Галанин, 2021].

Дополнительным признаком молодости дьолкуминской свиты является ее кровля, отчетливо выраженная в современном рельефе бестяхской и кердемской террас р. Лены в виде закрепленных растительностью U-образных и продольных дюн юго-восточной ориентировки. Длина отдельных дюн достигает 2 км, ширина 300-400 м, высота 10-15 м. Важным диагностическим признаком отложений является широкое разнообразие специфических типов слоистости и слойчатости, многие из которых характерны исключительно для эоловых отложений. К ним относятся структуры трансляционной восходящей ряби, перекрестная слоистость и слойчатость подветренных склонов дюн и др. [Галанин, 2021]. В нижних пакетах дьолкуминской свиты распространены адгезионные и нивейно-эоловые типы слойчатости, а также множественные денивационные структуры, связанные с периодическим увлажнением, промерзанием и оттаиванием отложений.



Рис. 1. Перекрестное залегание пакетов дьолкуминской свиты в Усть-Буотамском обнажении бестяхской террасы р. Лены. Максимальная высота обнажения достигает 120 м. Август 2021 г.

Своеобразной чертой дьолкуминской свиты является ее низкая льдистость в целом, и одновременное присутствие полого наклонных залежей пластовых льдов мощностью от нескольких см до 3-4 м и протяженностью более 100 м. Данные льды неясного генезиса не вскрываются в естественных обнажениях, но установлены в пределах бестяхской террасы во многих скважинах.

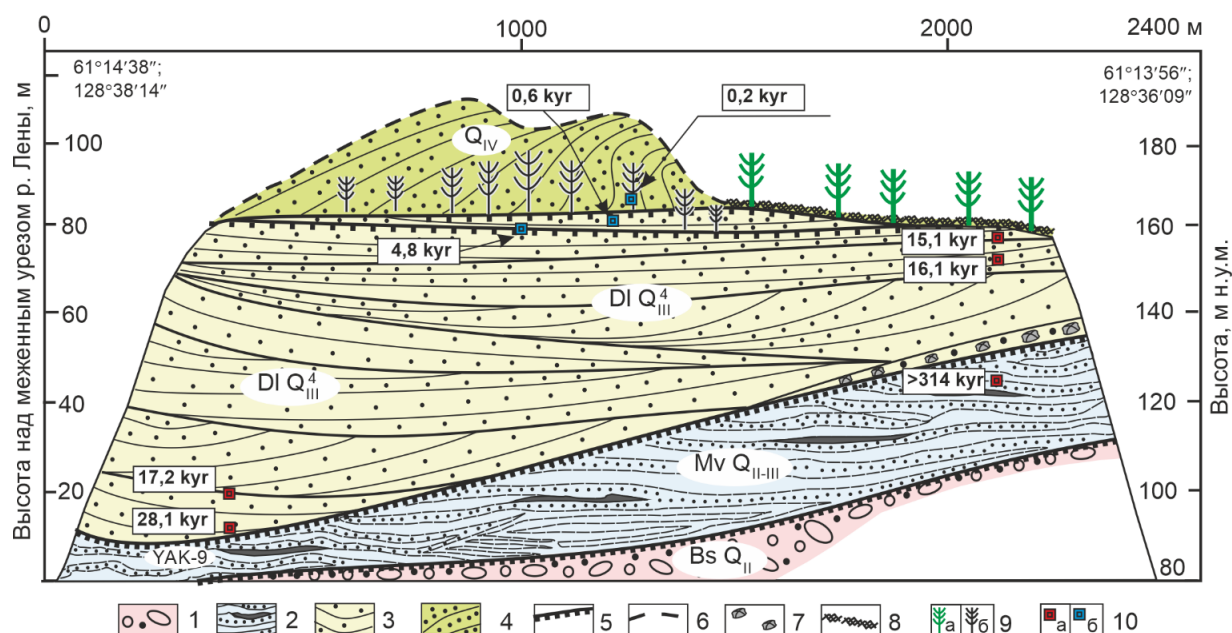


Рис. 2. Взаимоотношение бестяхской, мавринской и дьолкуминской свит в Усть-Буотомском обнажении бестяхской террасы р. Лены (Центральная Якутия). Результаты обобщения 2021 г. 1 – галечно-гравийно-песчаный аллювий бестяхской свиты; 2- субгоризонтально- и волнисто-слоистые супеси с прослоями суглинков мавринской свиты; 3- перекрестно-слоистые кварцевые пески и супеси дьолкуминской свиты; 4 – позднеголоценовые незакрепленные дюны, сложенные кварцевыми песками; 5 – стратиграфические несогласия, включая поверхности дефляции; 6 – современная незакрепленная дюна; 7 – ветрогранники; 8 – современная почва; 9 – стволы деревьев: а – живые, б – погребенные в современных дюнах; 10 - датировки в калиб. тыс. л.н.: а – ОСЛ-датировки; б – ¹⁴C

По данным М.С.Иванова [1984] наибольшее количество залежей сосредоточено в песчаных сериях с диагональной и перекрестной слоистостью, характерных для фаций подветренного склона дюн [Галанин, 2021]. Ориентация ледяных прослоев в таких залежах повторяет слоистость вмещающих отложений, из чего можно предположить осадочно-метаморфическое происхождение данных льдов путем рекристаллизации снежников, погребенных в дюнных отложениях. Современные подобные образования известны в сухих долинах Антарктиды [Галанин, 2021]. На присутствие ископаемых пластовых льдов фирнового происхождения в отложениях едомной свиты Лено-Амгинского междуречья указывают также В.Б.Спектор с соавт. [2011]. Их главными признаками их по мнению авторов являются тонкая горизонтальная и волнистая слоистость, легкий изотопный

состав ($\delta^{18}\text{O}=-30,8\pm 0,9$; $D=-227,9\pm 6,9$), близкий составам зимнего снега и ископаемым ПЖЛ едомной свиты. Установление истинного генезиса ледяных залежей требует дополнительных исследований.

В некоторых опорных обнажениях (Диринг-Юряхское и Усть-Буотамское) значительные по мощности пакеты дьолкуминской свиты ошибочно были отнесены предшественниками [Камалетдинов, Минюк, 1991] к мавринской свите. Полученные недавно авторами настоящей статьи ОСЛ-даты (рисунок 2) свидетельствуют, что основная мощность Усть-Буотамского обнажения (от 40 до 80 м) сложена не мавринской (МИС 7 – МИС 5), а дьолкуминской свитой (МИС-2) [Галанин, 2021]. Здесь на протяжении 2,5-километрового обрыва, на бровке которого расположена незакрепленная Ленская дюна (см. рисунок 1), мощность мавринской свиты сокращается от 25 м в западной части до 7-8 м в восточной, в этом же направлении высота ее кровли снижается от 25 до 8 м над урезом р. Лены. В этом же направлении мощность дьолкуминской свиты возрастает от 25 м до 65 м.

Распределение датировок по Усть-Буотамскому и другим разрезам [Галанин, 2021] показывает, что аккумуляция дюнных отложений произошла за очень короткий период 2-3 тыс. лет. Пик их накопления пришелся на конец последнего термического минимума неоплейстоцена. Такой вывод подтверждается радиоуглеродными датировками современных дюнных массивов всей Центральной Якутии, сформировавшихся на протяжении Малого ледникового периода (МЛП) менее чем за 500-600 лет [Галанин, 2021]. Так возраст незакрепленной Ленской дюны мощностью до 30 м не превышает 200-300 лет (см. рис. 1, 2).

В результате доизучения обнажения Песчаная Гора (кердемская терраса), расположенного в 200 км севернее Усть-Буотамского обнажения установлено [Галанин, 2021], что слагающие его в интервале 2-15 м пески с прослоями супесей также были ошибочно отнесены предшественниками к мавринской свите [Камалетдинов, Минюк, 1991]. Фациальный состав и распределение радиоуглеродных дат по данному разрезу показывают, что на кровле

бестяхской свиты в интервале высот от 2 до 24 м здесь залегает дьолкуминская свита, а мавринская на данном участке полностью отсутствует [Галанин, 2021].

Таким образом, необходимо констатировать, что «бестяхская терраса» протягивающаяся на расстоянии более 250 км от Ленских Столбов до устья р. Алдана не является речной террасой в классическом понимании. Это сложная дефляционно-аккумулятивная равнина, формировавшаяся на протяжении среднего и позднего неоплейстоцена при доминирующей роли субаэральных (эоловых) режимов осадконакопления и эрозии. В ее основании лежит ранне-среднеплейстоценовый галечно-гравийный аллювий бестяхской свиты, отлагавшийся в условиях плювиального климата на стадии интенсивного вреза р. Лены и разработки цоколя ее долины. Выдержанная кровля бестяхского аллювия свидетельствует об отсутствии существенных тектонических движений на рассматриваемой территории на протяжении второй половины неоплейстоцена.

Мавринская свита, сложенная переслаивающимися супесями и суглинками, залегает с разрывом на бестяхской свите и формировалась предела мелководных ветвящихся мелководных и часто пересыхающих рек в условиях холодного сухого климата и подавленного речного стока. Об этом свидетельствует ее монотонный гранулометрический состав как по латерали, так и по вертикали, отсутствие нормального (циклического) чередования русловых фаций, крайне невыдержанная мощность и неравномерно эродированная кровля, фрагменты палеопочв, дефляционные горизонты с ветрогранниками, вертикальные песчаные клинья и др. Все это свидетельствует о значительной и неравномерной субаэральной (эоловой) переработке мавринской свиты. Последний вывод хорошо согласуется с покровом перекрестно-слоистых песков дьолкуминской свиты, который венчает все разрезы бестяхской террасы и окончательно моделирует ее поверхность как единый геоморфологический элемент.

Более высокие террасы (тунгулинская, абалахская, табагинская и др.) также имеют полигенетическое происхождение. Оформление данных террас как элементов рельефа происходило на протяжении среднего и позднего неоплейстоцена в результате отложения лессов и лессово-ледовых отложений (едомной свиты). Их формирование связано с перевеиванием суглинков (ледниковой муки), отлагавшихся в больших объемах в долине Лены и Алдана в периоды деградации горного оледенения [Pewe, Journaux, 1983].

2. Изучение ископаемой фауны насекомых в покровных отложениях Центральной Якутии в 2021 гг.

Впервые охарактеризована фауна насекомых покровных эоловых отложений (дьолкуминская, мавринская свиты) в Центральной Якутии. В задачи работ входили: 1) поиски ископаемых насекомых в Центральной Якутии, где ранее систематические работы такого плана не проводились, 2) сбор современных насекомых (преимущественно жесткокрылых). Всего в 2021 г. было отобрано и проанализировано **58 образцов**. Из них выбрано более 8 тысяч хитиновых фрагментов насекомых, коконов дождевых червей и пресноводных беспозвоночных. В промытых образцах кроме насекомых найдены кусочки угля, склероции и другие минеральные образования, многочисленные семена, раковины моллюсков, пресноводные беспозвоночные (рис. 3, 4).

Современные сборы. Кроме ручного сбора во всех доступных биотопах мы поставили серии почвенных ловушек на степных участках. В 2020 году они плохо сработали из-за отсутствия консервирующей жидкости и повреждения птицами, тем не менее, них попались степные насекомые, в частности жужелицы *Pseudotaphoxenus rufitarsis*, *Carabus odoratus*, долгоносик *Stephanocleonus eruditus*. В 2021 году заранее был закуплен антифриз, что обеспечило сохранность попавшихся насекомых, коллекция получилась более обильная и разнообразная, в частности найдены новые для Якутии вид долгоносика *Otiorhynchus velutinus* и *O. raucus*.

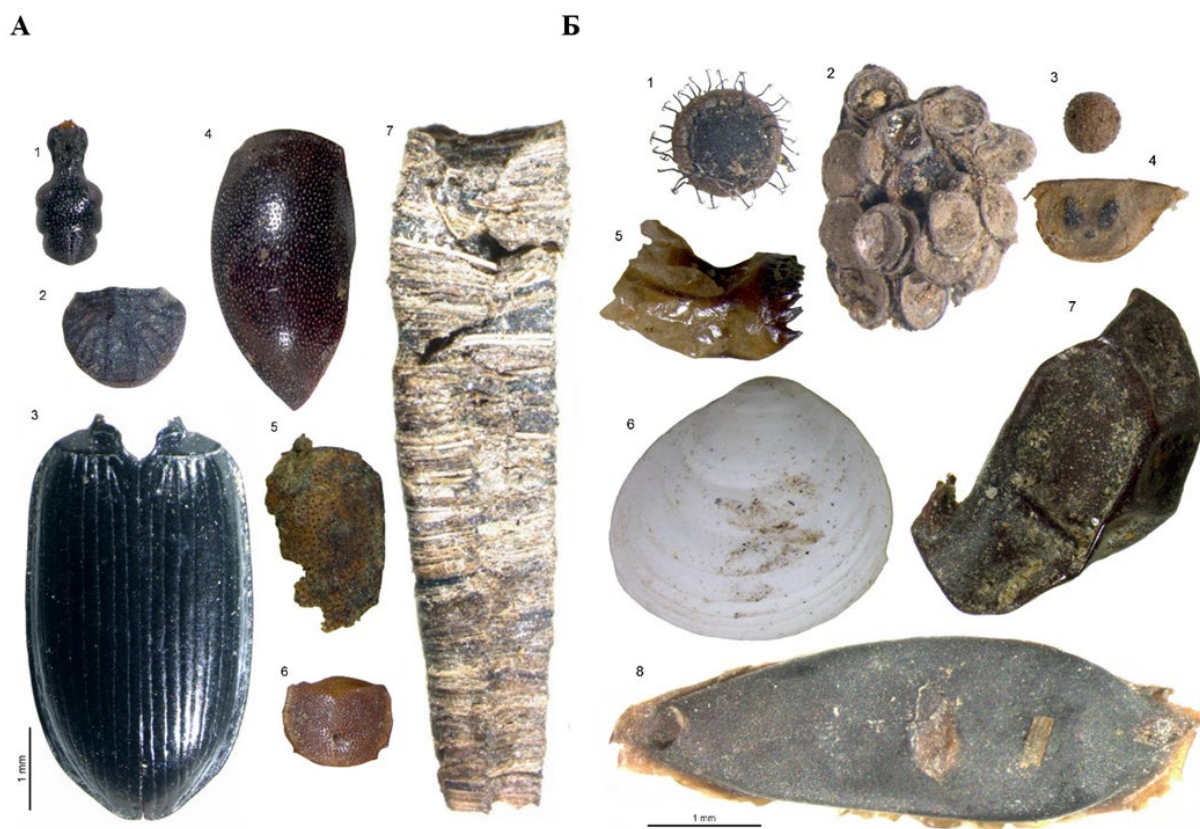


Рис. 3. Ископаемые насекомые (А), почвенные и пресноводные беспозвоночные (Б) из четвертичных покровных отложений Центральной Якутии. А: 1 голова березового трубочерта *Deroporus betulae* Усть-Буотама, образец UB-21-4-3; 2 - фрагмент водной личинки жука личинки *Mateopsephus* sp. Ундулунг Un-21-1-2.5m; 3 - соединенные надкрылья тундровой жужелицы *Pterostichus* (*Cryobius*) sp., Усть-Буотама, образец UB-21-6-1; 4 - надкрылье ксерофильного пилюльщика *Morychus subparallelus*, Усть-Буотама, образец UB-21-sl; 5 - поврежденное надкрылье тундростепного пилюльщика *Morychus viridis* Ундулунг, образец Un-21-5-38.5m; 6 - переднеспинка лесного жука *Cryptophagus lapronicus* Усть-Буотама, образец UB-B5; 7 - домик личинки ручейника *Micrasema gelidum* Усть-Буотама, образец UB-21-6-1. Б: 1 - статобласт пресноводной мшанки *Cristatella mucedo*, Вилюй, образец KS-21-1-3; 2 - группа недоразвитых статобластов *Cristatella mucedo* там же; 3 - яйцо рачка артемии там же; 4 - зимние яйца (эфиппий) дафнии Вилюй, образец KS-21-1-2; 5 - мандибула рачка *Notostraca*, Вилюй, образец KS-21-2-2; 6 - раковина двустворчатого моллюска -шаровки *Pisidium casertanum*, Усть-Буотама, образец UB-21-4-2; 7 - кокон дождевого червя образец Un-21-9-8m; 8 - кокон пиявки *Etrabdella* sp., разрез Харыялах, образец Khl-B46, голоценовый торф

Изучение Усть-Буотамского разреза бестяхской террасы р. Лены в 2021 г. В эоловых песках дьюлкуминской свиты, слагающей основную часть мощности разреза, больше половины проб были пустыми или содержали единичные фрагменты хитина. Наиболее продуктивными оказались горизонт современной слаборазвитой почвы в кровле свиты и прослой растительного детрита из современной дюны. Ископаемая почва, маркирующая кровлю дьюлкуминской свиты, содержит последовательность из трех комплексов насекомых разного состава: в нижнем горизонте почвы отмечено резкое доминирование ксерофильных видов, в верхнем - возрастает роль лесных

видов, а в линзах растительного детрита фауна смешанная. Это указывает, что почва начала формироваться в условиях открытого травянистого биотопа и только через некоторое время здесь появилась древесная растительность.

Более древние палеопочвы из дьолкуминской свиты практически не содержат фаунистических остатков. Горизонт с раковинами двустворчатых моллюсков-шаровок кроме самих раковин содержит очень мало остатков, найдены только единичные малоинформативные фрагменты жуков. Единственный фрагмент хорошей сохранности - это голова березового трубковерта *Deporaus betulae* (L.) из образца с высоты 22 м. (фиг. А).

В разрезе Усть-Буотома мы опробовали также толщу мавринской свиты. В 2021 году несколько небольших проб оказались пустыми, только горизонт глины в нижней части толщи (у уреза воды) содержал остатки пресноводных беспозвоночных и единичные фрагменты наземных жуков. В 2021 году мы предприняли специальные усилия по поиску подходящей породы в мавринской свите и в результате получили неплохие выборки насекомых, один образец в низах дюны и 3 образца из оврага около лагеря в сумме дали 328 фрагментов. Следует отметить большое количество жуков пилюльщиков характерного для плейстоценовых тундростепных энтомофаун северо-востока вида *Morychus viridis* Kuzm. et Kor. Этот жук в современной обстановке встречается в изолированных местообитаниях и имеет статус реликтового. В пробах из молодой почвы в дюне, о которой говорится выше, и в одном из образцов дьолкуминской свиты тоже обильны жуки пилюльщики рода *Morychus*, но они относятся к другому виду *M. subparallelus* Motsch, который живет недалеко от разреза и сейчас. Очевидно со временем произошло вытеснение плейстоценовых жуков их более приспособленными к современной обстановке родственниками.

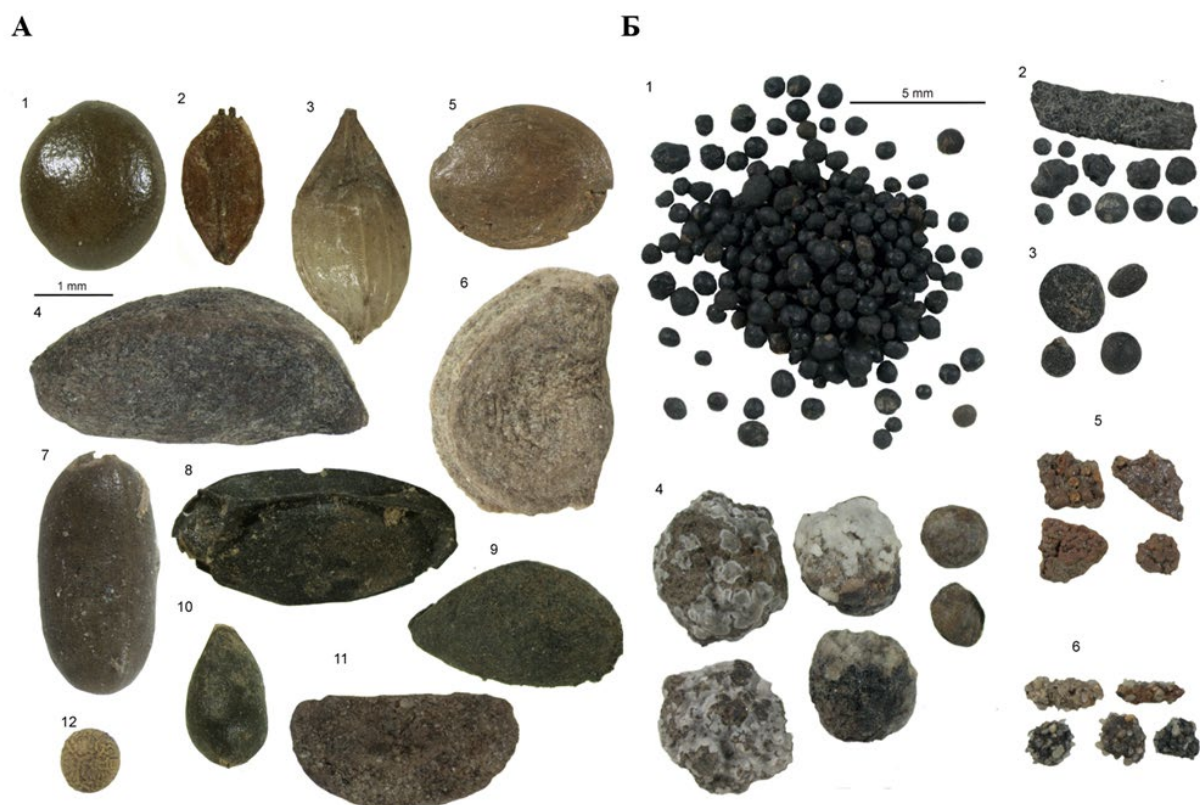


Рис. 4. Семена (А) и склеротии (Б) установленные в ходе работ 2021 некоторых типах покровных позднечетвертичных отложений Центральной Якутии. А: 1 - образец 544-2 каргинского торфа в основании 30 метровой террасы р. Виллой; 2-9 – образец каргинского торфа 544-3 (2-9) (там же); 10-12 – образец молодой почвы UB-21-s1 из разреза Усть-Буотама: 1 – вахта трехлистная, 2 – полынь, 3 – осока, 4 – ель. 5 - ?. 6 – рдест, 7 - ?, 8 - ?, 9 – лиственница, 10 – нимфея, 11 – толокнянка, 12 – мегаспора селлагинеллы. Б: минеральные образования, найденные в промывках: Склеротии (1-3): 1 – образец Un-21-8-15m (Ундулюнг), 2 – UB-21-6-1 (Усть-Буотама), 3 KS-21-6-2 (Виллой, едома); 4 – склеротии и конкреции KS-21-6-2 (Виллой, едома); 5 – ожелезненные корочки (образец 544-3, Виллой каргинский торф); 6 – песчаные стяжения (образец UB-21-4-2, Усть-Буотама)

В 2021 году мы посмотрели разрез голоценовой террасы около устья реки Буотама под луго-степным участком где разводят бизонов. Всего взято два образца из прослоя растительного детрита в средней части террасы. Образцы достаточно богатые, насекомые хорошей сохранности и представлены видами, живущими в этой местности и сейчас.

3. Изучение состава стабильных изотопов ископаемых льдов в покровных отложениях Центральной Якутии

Анализ состава стабильных изотопов ($\delta^{18}\text{O}$ и D) является мощным инструментом для изучения генезиса и условий формирования ископаемых

льдов, часто используемым в качестве индикатора палеоклиматов. Авторы настоящего проекта уже более 10 лет проводят работы по формированию базы данных стабильных изотопов различных компонентов водного стока криогенных ландшафтов Центральной Якутии и Восточной Сибири, в том числе ископаемых подземных льдов [Галанин и др., 2018, 2019 и др.]. В рамках настоящего проекта эти работы были продолжены. За время полевых исследований летом 2021 г. было отобрано и проанализировано более 100 проб подземных жильных и текстурообразующих льдов (рис. 5, 20).

В июне 2021 г. изучен разрез 7-10 метровой террасы р. Буотамы (Приленское плато) в нижнем течении вскрывает голоценовую толщу высокольдистых суглинков, рассеченных выдержанной решеткой молодых сингенетических полигонально-жильных льдов (ПЖЛ) толщиной до 1 м (рис. 6, б, г). В 2021 г. здесь было отобрано 2 изотопных профиля. 1 профиль (10 образцов) – вкрест жилы, 2 профиль вкрест вмещающих высокольдистых суглинков (см. рис. 5, 6).

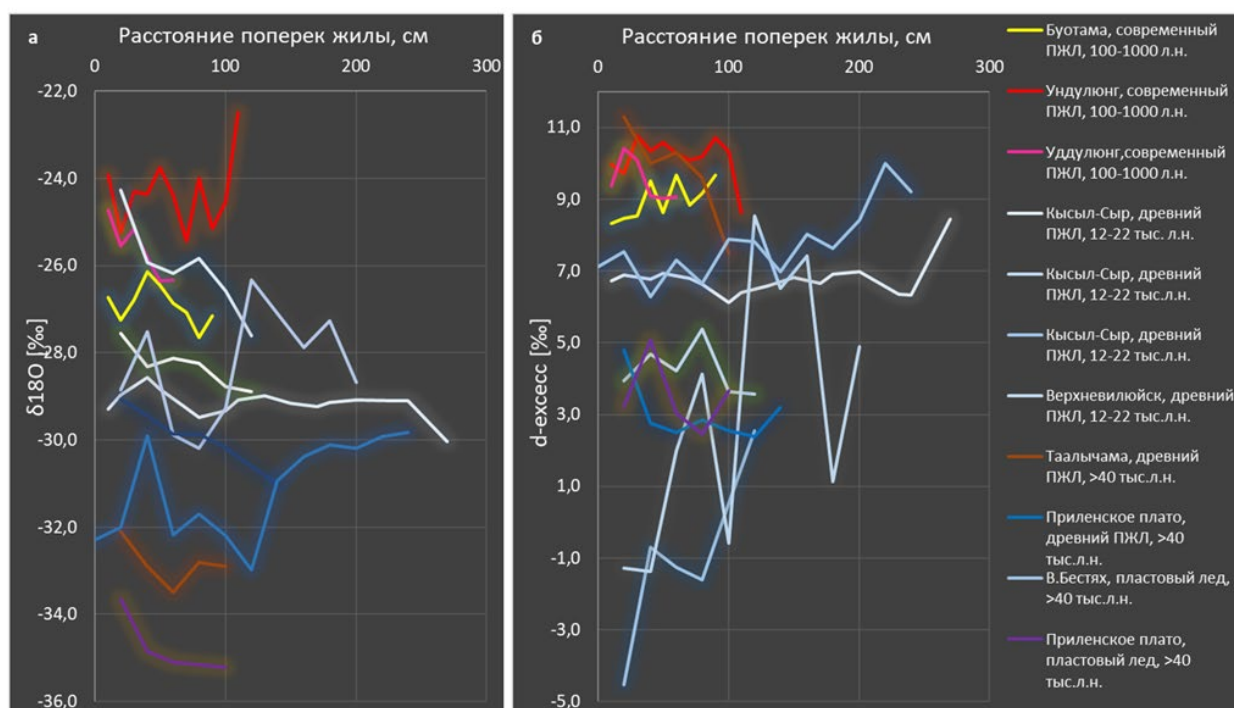


Рис. 6. Вариация ^{18}O и d-excess в ископаемых льдах разного генезиса и возраста (10 объектов) из разрезов покровных отложений бассейна среднего течения р. Лены (данные экспедиционных работ 2021 г.)



Рис. 6. Примеры исследованных коллективом проекта в 2021 г. покровных отложений с полигонально-жильными льдами в Центральной Якутии. а – лессово-ледовые отложения с ПЖЛ (МИС 2) в кровле 65-метровой террасы р. Вилюй (разрез Унглиундэ); б – современная активно растущая жила в отложениях 7-10-метровой террасы р. Буотама; в – современная активно растущая жила в отложениях 7-10-метровой террасы р. Ундулюнг (западное Верхоянье); г, д – отбор проб льда из ПЖЛ и текстурных (шириновых) льдов

Список использованных источников

Алексеев М.Н., Камалетдинов В.А., Гриненко О.В. Кайнозойские отложения Лены и Алдана // 27-й Международный геологический конгресс.

Якутская АССР, Сибирская платформа. Сводный путеводитель экскурсий 052, 053, 054, 055. - Новосибирск, Наука, - 1984. - С. 21-42.

Галанин А. А. Позднечетвертичные песчаные покровы Центральной Якутии (Восточная Сибирь): строение, фациальный состав и палеоэкологическое значение // Криосфера Земли. - 2021. - Т. 25. - № 1. - С. 3-34.

Галанин А.А. Стабильные изотопы ^{18}O и D в пещерных льдах национального парка “Ленские столбы” (Восточная Сибирь) // Криосфера Земли, 2020. № 1. С. 3-22. doi: 10.21782/KZ1560-7496-2020-1(3-22)

Галанин А.А., Павлова М.Р. Позднечетвертичные дюнные образования (Дьолкуминская свита) Центральной Якутии (Часть 2) // Криосфера Земли. – 2019. - Т. XXIII. - № 1. - С. 3-16.

Галанин А.А., Павлова М.Р. Позднечетвертичные дюнные образования (Дьолкуминская свита) Центральной Якутии (Часть 2) // Криосфера Земли. – 2019. - Т. XXIII. - № 1. - С. 3-16.

Галанин А.А., Павлова М.Р., Папина Т.С., Эйрих А.Н., Павлова Н.А. Стабильные изотопы ^{18}O и D в ключевых компонентах водного стока и криолитозоны Центральной Якутии (Восточная Сибирь) // Лёд и Снег. – 2019. - № 59(3). – С. 333-354.

Иванов М.С. Криогенное строение четвертичных отложений Лено-Алданской впадины. - Новосибирск, Наука, - 1984. - 126 с.

Камалетдинов В. А., Минюк П. С. Строение и характеристика отложений бестяхской террасы Средней Лены // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. АН СССР. - М., Наука, 1991, № 60, с. 68–78.

Колпаков В.В. Эоловые четвертичные отложения Приленской Якутии // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода. АН СССР. - М., Наука, 1983. - № 52. - С. 123-131.

Коржуев С.С. Геоморфология долины Средней Лены и прилегающих районов. - Москва: Издательство АН СССР, - 1959. - 152 с.

Правкин С. А., Большианов Д. Ю., Поморцев О. А., и др. Рельеф, строение и возраст четвертичных отложений долины р. Лены в Якутской излучине // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2018. - № 63 (2). - С. 209-229. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu07.2018.206>

Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири (Новосибирск. 1979 г.). Часть III. Четвертичная система. - Л., - 1983. - 84 с.

Соловьев П. А. Криолитозона северной части Лено-Амгинского междуречья. - М., АН СССР, - 1959. - 144 с.

Спектор В.Б., Спектор В.В., Бакулина Н.Т. Погребенные снежники на Лено-Амгинской равнине // Криосфера Земли. - 2011. - Т. 15. - № 4. - С. 18-24.

Pewe T. L., Journaux A. Origin and character of loess-like silt in unglaciated south-central Yakutia, Siberia, U.S.S.R. // Geological survey. Professional paper 1262. - Washington, United States Government Printing Office, - 1983. - 46 p.