

## Маршрут по р. Большой Балахне и полёты над центральной частью Таймырской низменности.

### Оглавление

1. Сплав по реке Большой Балахне.
2. Облёт центральной части полуострова Таймыр с отбором образцов каменного материала.
3. Результаты исследований концентрации ртути в почвенном воздухе.
4. Общие закономерности строения рельефа и четвертичных отложений в центральной части п-ова Таймыр.

Отряд экспедиции «Таймыр-2010», исследовавший долину р. Большой Балахны и центральную часть п-ова Таймыр к югу от оз. Таймыр, состоял из 6 участников: Большиянов Д.Ю., Фёдоров Г.Б. (ФГБУ «АНИИ»), Per Möller (Лундский университет, Швеция), Love Dalen (Стокгольмский университет, Швеция), Kenneth Andersen (Копенгагенский университет, Дания), Ivar Benediktsson (Исландский университет, Исландия). Маршрут по реке (рис. 1) осуществлён на 3 лодках, гряды южнее оз. Таймыр исследовались с помощью вертолёта. Исследования по долине реки осуществлялись путём сплава на лодках, установки 7 полевых лагерей и работ вокруг них и между лагерями. Поиски крупных глыб изверженных пород для датирования момента их выхода на дневную поверхность с помощью изучения космогенных изотопов производились в ходе вертолётных маршрутов. Посадки к найденным глыбам сопровождалась отбором из них образцов каменного материала, геоморфологическими исследованиями и определениями концентрации паров ртути в почвенном воздухе с целью обнаружения разломов земной коры по аномалиям концентрации ртути.

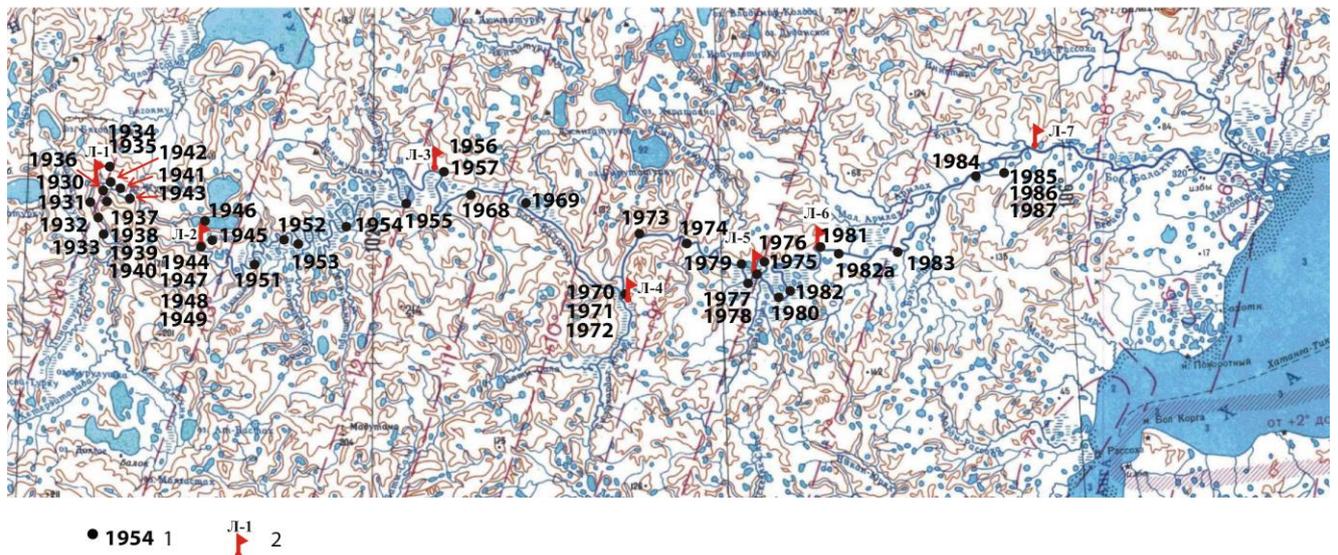


Рис. 1. Карта фактического материала работы отряда по р. Б. Балахне. Условные обозначения: 1 – точка наблюдения и её номер, 2 – лагерь и его номер.

### 1. Сплав по реке Большой Балахне

#### Лагерь № 1. 10-15 июля.

73°37'36,0"с.ш., 100°24'43,7"в.д., высота по прибору GPS 43 м. Левый берег реки, вторая терраса. Это самая северная точка р. Б. Балахны в её верхнем течении между

озёрами Надатурку и Купчиктах, откуда река резко меняет направление течения с северного на юго-восточное.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 17 нг/м<sup>3</sup> (среднее из 3-5 измерений).

**Т.н. 1930** (73°35'27,2" с.ш., 100°20'26,3" в.д.) в 4,57 км к ю-ю-з от лагеря 1 по азимуту 209°, выше по течению р. Б. Балахни, высота по прибору GPS 47 м.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 12 нг/м<sup>3</sup>.

В т.н. ширина русла около 100 м, перекапы мелкие с каменистым дном. Лодку приходится протаскивать. По левому берегу реки развита пойма высотой до 1 м, первая терраса имеет высоту 3,5 м, поросла ивой. В расчистке уступа высотой 3,5 м обнажается слоистая (линзовидная) толща песчаного алеврита. Ширина первой террасы до 40 м. По правому берегу хорошо выражена терраса высотой 6-10 м, на которой образованы байджарахи.

**Т.н. 1931** (73°35'20,0" с.ш., 100°21'20,4" в.д.) – 2 терраса левого берега реки в 4, 56 км к ю-ю-з от лагеря № 1 по азимуту 203°, высота по прибору GPS 49 м.

На левом склоне долины есть террасы высотой 3,5 и 6-7 -10 м. Вторая терраса высотой 6-10 м сложена таким же слоистым песчаным алевритом, что и первая терраса в т.н. 1930. В уступе террасы наблюдается линзовидная и горизонтальная слоистость слагающих её алевритов и песков. На склоне у реки наблюдается заметное количество гальки и валунов, в том числе изверженных пород. На высоте 17-20 м на правом склоне долины есть выходы песков окнами среди задернованного склона, которые используют песцы для устройства нор. Холмы песчаные, на правом склоне долины приурочены к одному примерно уровню – 17-20 м. Похоже, что это размытая терраса. Холмики и конусы смеют высоту до 3-4 м и сложены желтовато-серым песком (см. рис. 2).

В т.н. на второй террасе развит полигональный микрорельеф с крупными – 10-15 м и мелкими – до 1 м полигонами с кочками, покрытыми цветущей дриадой, злаками, изредка ивой и незабудочником. На поверхности террасы на высоте 10 м над рекой найдена древесина со стволами диаметром до 6-7 см. Её радиоуглеродный возраст 7260±60 л.н. (ЛУ-6670). В момент наблюдений ни кустарников, ни деревьев со стволами такой толщины в исследованном районе тундры не произрастало.

**Т.н. 1932** (73°34'03,6" с.ш., 100°24'03,4" в.д., высота по прибору GPS 54 м). Левый склон долины р. Б. Балахни в 6,57 км к югу (183°) от лагеря 1.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 62 нг/м<sup>3</sup>.

Первая терраса высотой 2,5-3 м, шириной 15-20 м, заросла ивняком. Третья терраса с высотой бровки 14 м повышается с уклоном площадки 3-4°. В районе бровки террасы развиты кочки на байджарахах, но склоны полностью задернованы. Видно только, что пески в осадках преобладают. На правом склоне долины развиты первая терраса, поросшая кустарничком ивы и вторая терраса высотой 7-10 м.

В закопуше глубиной 0,7 м (до мерзлоты) в т.н. вскрыто переслаивание жёлтых песков и серых алевритов. В слоях песка видна тонкая слоистость. С глубины 0,5 м начинают преобладать пески (по 5-7 см прослой), алевритов меньше (прослой по 2-5 см).

**Т.н. 1933** (73°32'23,1" с.ш., 100°25'44,2" в.д., высота по прибору GPS 47 м). Левый склон долины р. Б. Балахни в 9,69 км к югу (177°) от лагеря 1.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 26 нг/м<sup>3</sup>.

Вторая терраса с высотой бровки 7 м над рекой имеет ширину 100-120 м. Выше простирается склон крутизной до 8-10°.

Здесь же на второй террасе расположено озеро до 1 км в поперечнике. Растительность второй террасы состоит из: карликовой берёзы, дриады, ивы, злаков мхов. Мерзлотные полигоны имеют размер до 10-12 м в поперечнике.

В обнажении уступа второй террасы вскрывается моховая слоёнка (переслаивание неразложившегося мха и песчаного алеврита толщиной 0,5-0,6 м). Радиоуглеродный возраст слоёнки из верхней части составил  $8150 \pm 80$  лет (ЛУ-6677), из нижней –  $8730 \pm 100$  л.н. (ЛУ-6678). Слоёнка залегает в верхней части обнажения (3-5 м). Её подстилают горизонтально- и волнисто-слоистые пески, а также песчаные алевриты. У подножия обнажения на бенче обнаружены кости: лопатка мамонта, позвонки бизона или лошади, голень бизона, череп овцебыка, рога оленя, мелкие неизвестные фрагменты скелетов животных мамонтового комплекса. Эти костные остатки происходят из отложений ледового комплекса пород (ЛК), как было предположено при раскопках. Но датирование вмещающих отложений показало, что террасу слагают голоценовые осадки. Наша датировка подтверждена данными AMS-датирования шведских коллег, которые получили датировки растительных остатков  $8675 \pm 60$  и  $8175 \pm 60$  радиоуглеродных лет [Möller et al., 2019], что практически совпадает с результатами датирования тех же осадков валовым методом. Льда в обнажении не видно, но распадки заложены по вытаивающим ледяным жилам. Кости животных мамонтового комплекса происходят из ЛК, но в разрезе этих отложений нет, или они залегают около уреза воды, который здесь располагается на отметках 45 м н.у.м..

На правом склоне долины образована обширная первая терраса высотой до 5 м.

**Т.н. 1934** ( $73^{\circ}37'45,8''$  с.ш.,  $100^{\circ}25'14,7''$  в.д., высота по прибору GPS 63 м). Левый склон долины р. Б. Балахни. в районе лагеря (408 м к с-в от лагеря 1). Поперечный профиль террасированной долины выглядит так: пойма высотой 1,2-2,2 м шириной до 10 м, первая терраса высотой 3,5 – 4 м шириной до 150 м, вторая терраса высотой 16-17 м, которая в т.н. выражена в виде останца, но эта же терраса шириной 80-100 м есть на склоне.

В т.н. насыпаны 2 холма. Большой холм имеет диаметр 3,2 м, его высота до 0,6 м. Деревянный кол высотой 33 см, заострённый вверх, вероятно является репером (рис. 2).



Рис. 2. Лагерь №1 в долине р. Б. Балахни, установленный на второй террасе реки. На переднем плане насыпной песчаный холм с деревянным репером.

В закопше глубиной 0,5 м под дерниной вскрывается алевритовый песок серого цвета. Второй холм находится в 2,5 м от первого, его высота 0,8 м и в нём вырыта песцовая нора.

От холмов протягивается склон до площадки третьей террасы высотой 32-35 м, шириной около 600 м.

**Т.н. 1935** (73°38'01,7"с.ш., 100°24'57,2"в.д., высота по прибору GPS 56 м), левый склон долины р. Б. Балахни в 805 м к с-с-в от лагеря № 1, излучина притока р. Б. Балахни, образующая эрозионный уступ высотой от 10 до 25 м. В средней части уступа образован крутой склон, который можно раскопать и он виден серым обнажением из лагеря.

Расчистка часто обваливающегося обнажения, т.к. в осадках много гальки.

Снизу-вверх от уреза воды в притоке вскрываются следующие отложения.

0-7,5 м. Осыпи, оползшие блоки и сплывы песка и алеврита.

7,5-11,4 м. Т/з, кварцевый, хорошо сортированный, серый, слоистый песок. Слоистость волнистая к низу переходит в горизонтальную. Переслаиваются пески с тонкими (1-3 мм) прослойками алеврита с раздробленным чёрным гравием. Иногда наблюдаются линзы до 1-2 см толщиной и в них этот гравий прощупывается, но не пачкает руки. Это не обломки органического вещества. В прослоях есть отдельные волоски растительности (корешки, травы).

В 10,9 м от уреза воды слоистость волнистая, линзовидная. Здесь уже попадаются мелкие чёрные гальки, которые сложены аргиллитом, в верхней части песков слоистость горизонтальная, волнистая и диагональная (последняя в тонких слоях до 6 см толщины и не очень явная). Верхний контакт неровный, размытый.

11,4-11,65 м. Переслаивающиеся м/з пески и гравий (рис. 3). Присутствует мелкая галька и плоской стороной лежит параллельно напластованию. Слоистость горизонтальная. Цвет песков серый, серовато-жёлтый, иногда коричневый при содержании некоторого количества разложившейся растительности. Верхний контакт неровный и с угловым несогласием.



Рис. 3. Контакт песков и гравия на уровне 11,4 м в обнажении т.н. 1935.

11,65-12,45 м. Галечники мощностью до 0,8 м, падают на запад под углом до 11°. Переслаивание гальки, гравия и песков (последних до 50%). Галька в основном мелкая, из осадочных пород, много плоских галек. Их степень окатанности скорее плохая, чем хорошая, но окатанных галек в породе содержится до 20%. Много расколотых галек. Гравийно-песчано-галечное переслаивание происходило в прибойной зоне водоёма.

Датирование органики методом AMS, проведённое шведскими коллегами [Möller et al., 2019], дали запредельные радиоуглеродные датировки (>46000 л.н. по органическому детриту и >48000 л.н. по фрагментам раковин моллюсков, которые нами не были обнаружены).

12,45-12, 85 м. Почва – песчаный алеврит с прослоями гальки и песка.

12,85 – 13,15. Дерновый покров из корней, а на поверхности растёт в основном дриада (до 80% растительного покрова).

Из т.н. видно, что на противоположном – правом склоне долины р. Б. Балахни. терраса высотой 16-17 м также хорошо развита. Судя по отложениям, это терраса ингрессионного бассейна, заходившего по долине реки до высот 60-70 м над современным уровнем моря. Из т.н. также хорошо видна первая терраса шириной 200-300 м на правом склоне долины.

**Т.н. 1936** (73°36'40,8" с.ш., 100°24'53,6" в.д., высота по прибору GPS 55 м, южный берег озера, расположенного на второй террасе р. Б. Балахни), в 1,71 км к югу (177°) от лагеря № 1.

В т.н. береговой уступ высотой 7 м. Кочковатые байджарахи высотой до 5 м образовались на бровке уступа. В расчистке над оползшими блоками удалось докопаться до залегающих *in situ* слоёв. Вскрыто только 20 см переслаивания серого алевритового песка и коричневых прослоев, обогащённых растительным детритом. Похоже, что это ледовый комплекс пород. По карте его высота равна 60 м н.у.м., над рекой он возвышается на 12 м, исходя из измерений.

**Т.н. 1937** (73°35'35,2" с.ш., 100°24'10,9" в.д. высота по прибору GPS 91 м, 3,75 км к югу (184°) от лагеря № 1), склон гряды высотой около 100 м, в 400 м к с-з от западной оконечности третьего по счёту от реки озера, т.е. южнее излучины, где река круто меняет направление с северного на в-ю-в.

В распадке, образованном языком быстрой солифлюкции, наблюдаются солифлюкционные языки высотой до 1 м. Ширина недавнего сплыва грунтовой массы по дну распадка до 15 м. Язык состоит из глинистого алеврита серого цвета, содержащего единичные валуны. Глубина образовавшейся в результате сплыва долины 5 м, склоны имеют крутизну до 10° (рис. 4). Судя по строению долины солифлюкционные сплывы в ней происходят периодически.

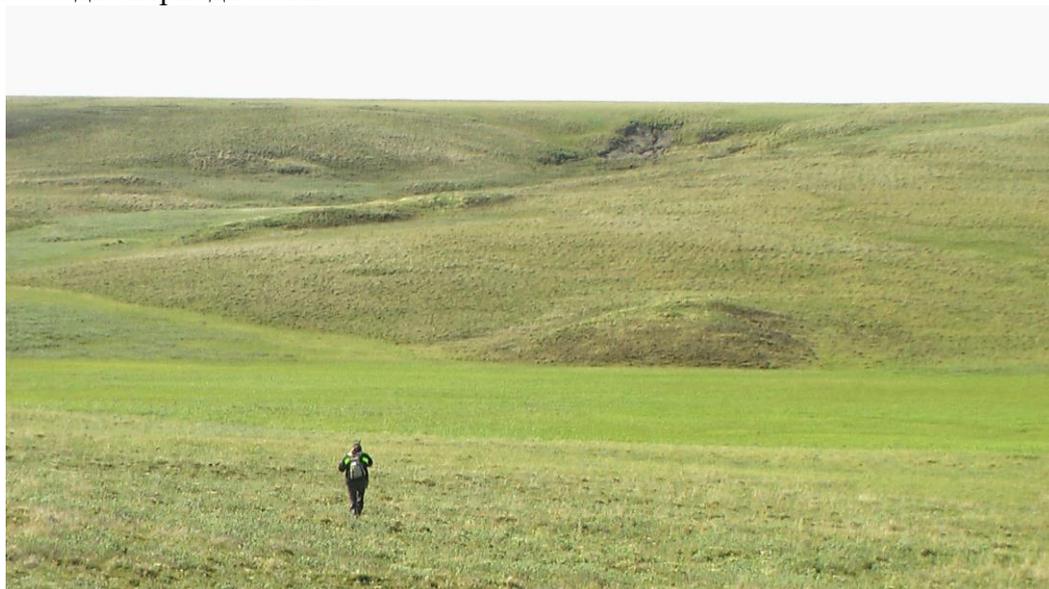


Рис. 4. Долина, образовавшаяся на склоне гряды в результате солифлюкционных процессов по глинистым алевритам, слагающим гряду.

В крутых стенках долины сделаны 2 закопуши-расчистки глубиной до 0,8 м. В них сверху-вниз вскрывается тёмно-серый, влажный глинистый алеврит с ореховатой текстурой. В изломах видна микрослоистость. С глубины 0,8 м взят образец глинистого алеврита, по которому проведён микрофаунистический анализ. Фораминифер не найдено. В образце под микроскопом наблюдались мелкие растительные остатки, угольная крошка, единичные спикулы губок, мелкие зёрна янтаря.

На поверхности сплывов повсюду присутствуют белёсые и солёные на вкус корочки. Выходы глинистых алевритов истоптаны оленями – это лизунец-солонец, где олени пополняют свои потребности в соли (рис. 5).



Рис. 5. Солонец на поверхности солифлюкционного языка, обнажившего глинистые алевриты, слагающие гряды высотой до 100 м. Судя по присутствию соли и янтаря, это морские отложения.

В расчистках крупнообломочного материала не обнаружено, но его достаточно на поверхности сплывов. Это валуны, галька тёмно-серых кварцитов или долеритов. Есть рудная порода с сульфидами, аргиллиты, обуглившаяся древесина. Многие валуны имеют штриховку поверхности в виде сколов, а также с мелкими штрихами в различных направлениях. Общее содержание крупнообломочного материала в толще глинистых алевритов – первые проценты, но эти обломки концентрируются на поверхности сплывов и ниже по склону в отложениях медленной солифлюкции.

**Т.н. 1938** (73°35'27,0"с.ш., 100°24'5179"в.д., высота по прибору GPS 90 м, 3,99 км к югу (179°) от лагеря № 1), бровка склона котловины озера – того же третьего, что и в т.н.1937.

Здесь под гнездом сапсана или канюка образован небольшой уступчик в бровке склона, который удалось раскопать до глубины 0,8 м. Под дерниной толщиной 30 см – наблюдается переслаивание галечников, гравийников и песков. Песчаный прослой на глубине 0,7-0,8 м. Песок м/з, кварцевый, хорошо сортированный. Слоистость в нём волнистая. Мелкая галька в слоях лежит плоской стороной параллельно напластованию. Окатанность средней гальки от I до III класса по шкале Хабакова. Это пляжевая фация отложений.

**Т.н. 1939** ( $73^{\circ}35'56,6''$ с.ш.,  $100^{\circ}27'56,4''$ в.д., высота по прибору GPS 96 м, 3,5 км к ю-в ( $331^{\circ}$ ) от лагеря № 1). Склон озёрной котловины второго от реки озера у его южного окончания. Здесь из т.н.1938 наблюдался выход песков в термоцирке. Но в действительности это оказался выход оплывающих глинистых алевритов. Снова он истоптан оленями, хотя явных следов соли не видно. На поверхности сплыва лежат гальки и мелкие валуны.

**Т.н. 1940** ( $73^{\circ}36'29,5''$ с.ш.,  $100^{\circ}26'58,2''$ в.д., высота по прибору GPS 63 м), 2,37 км к ю-в от лагеря № 1, на с-в склоне озёрной котловины второго от реки озера, но ближе к его северному окончанию.

В т.н. выделяются 3 серых пятна-нашлёпки, ориентированных на ю-з крутыми склонами, уклон которых  $8-15^{\circ}$ . На склонах лежит мелкая и средняя галька изверженных и садочных пород. Мелкие гальки иногда покрыты налётом белой соли. Раскопка одного из холмов показала, что отложения сильно осыпаются (рис. 6).



Рис. 6. Прибрежноморские гравийники и пески в т.н. 1940.

В другой расчистке вскрыты пески и гравийники. В ней сверху вниз вскрыты следующие отложения.

Под коричневой почвой толщиной до 0,5 м наблюдается переслаивание серых, с/з, хорошо сортированных песков толщиной до 12 см и к/з песков тёмного-серого цвета с гравием из осадочных пород (толщина слоев до 3-5 см). Есть включения окатанных галек. Мощность толщи переслаивания 0,6 м.

Ниже залегает чёрный гравий с осколками раковин моллюсков. Основная масса гравия состоит из обломков осадочных пород, кварца, полевого шпата и др. минералов. Видимая мощность гравийного слоя 0,7-0,9 м. С глубины 1 м из гравия с многочисленными обломками раковин морских моллюсков (вероятно *Hiatella*) взяты 2 образца для определения возраста. ЭПР-анализ песка и гравия с обломками раковин показал возраст отложений  $114 \pm 15,3$  тыс. лет (RLQG 448-012), ОСЛ-возраст этих же отложений составил  $92,8 \pm 10,7$  тыс. лет (RLQG 2033-012). Т.к. отложения в основном крупнозернистые оба метода определения возраста содержат дополнительную ошибку, которую датировавшей лабораторией предлагается уменьшить осреднением возрастов, выполненных разными методами. Средний возраст осадков составил  $103,4 \pm 10,6$  тыс. лет.

**Т.н. 1941** (73°36'12,4"с.ш., 100°29'32,1"в.д., высота по прибору GPS 59 м), 3,61 км на ю-в (136°) от лагеря 1 вниз по течению реки.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 43 нг/м<sup>3</sup>.

В т.н. расположено обнажение ледового комплекса пород (ЛК). Бровка обнажения располагается на высоте 18,5 м над рекой, байджарахи развиты до высоты 30 м. В обнажении вскрываются переслаивающиеся алевроиты и песчаные алевроиты, вверху песка больше, внизу залегает только сильно оплывающий алевроит. Слоистость тонкая горизонтальная. Органики много в средней части обнажения, но слоёнка есть и в верхней части обнажения. На урезе воды с бечевника подобраны кости: лопатка мамонта, ребро и голень лошади, часть зуба мамонта и зуб лошади, несомненно выпавшие из обнажения.

**Т.н. 1942** (73°36'46,5"с.ш., 100°28'41,1"в.д., высота по прибору GPS 53 м), 2,58 км к ю-в (126°) от лагеря № 1.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 14 нг/м<sup>3</sup>.

Высота бровки обнажения, измеренная эклиметром – 16,5 м над урезом воды в реке. Склон крутизной до 25° активно осыпается и, поэтому, хорошей расчистки сделать не удалось. Верхние 1,25 м – галька с песком и гравием. Есть прослой, где больше песка, а есть, где больше гравия. Нижняя граница с угловым несогласием.

Ниже залегает слой гравия толщиной 15 см, который падает под углом 10-12°. Гравий ниже переходит в песок, падающий на с-з под углом до 15-17°. В песке и гравии содержится галька осадочных пород. Весь крупнообломочный материал окатан хорошо. Видимая мощность песков до 0,5 м. Пески горизонтально- и волнисто-слоистые, с прослоями серого алевроитового песка.

Песок верхнего горизонта среди галек, разнотельный, плохо сортированный, с гравием. Песок нижнего слоя – алевроитовый, м/з, хорошо сортированный, кварцевый с зёрнами граната, сердолика, гравийными зёрнами серых осадочных пород – сланцев.

Ниже песков залегает галечно-гравийный горизонт видимой мощностью до 0,5 м.

В разрезе в галечно-гравийных слоях найдены обломки раковин морских моллюсков, мелкая галька сердолика. Датировка шведских коллег обломков раковин показала радиоуглеродный возраст 46900±1500 л.н.

**15 июля.** Переход из лагеря №1 в лагерь № 2 по р. Большой Балахне.

**Т.н. 1943** (73°35'43,5"с.ш., 100°33'55,4"в.д., высота по прибору GPS 44 м.), 5,96 км к ю-в (126°) от лагеря № 1.

Река по правому берегу образует уступ, в котором переслаиваются пески, алевроитовые пески и алевроиты. Слоистость в верхней части обнажения горизонтальная и волнистая, а в средней части есть косые слои, указывающие на слабое течение. Высота бровки обнажения от 12 до 15 м. В 2 м ниже бровки из слоя серых алевроитовых песков отобран образец веточек кустарничков характерных только для этого слоя. Радиоуглеродный возраст веток составил ≥33480 л.н. (ЛУ-6522). Ниже до осыпи видимой органики в обнажении нет. Мощность переслаивающихся алевроитов и песков 3,5 м. Нижележащие пески со слоистостью течения имеют мощность 1 м.

В верхней части склона рельеф байджараховый. На бечевнике у подножия уступа размыва найдены 2 кости лошади.

По мнению Пера Мёллера это отложения реки и ею соединённых озёр, примерно, как и в современных условиях. По нашему мнению это отложения обширного мелкого водоёма – эстуария р. Б. Балахни. Ледяные жилы встречены только в нижней части обнажения. Их ширина не более 2 м в верхней части, высота клиньев льда – 3-4 м. Радиоуглеродный возраст растительности и находки костей животных мамонтового палеонтологического комплекса показали, что это отложения ЛК позднего неоплейстоцена.

Ниже по течению реки этот тип отложений вскрывается в следующей излучине при резком повороте реки влево. Высота таких уступов 7-10 м.

## Лагерь № 2. 15 – 19 июля.

73°31'24,5"с.ш., 101°00'34,2"в.д., высота по прибору GPS 38 м. По реке от лагеря 1 пройдено 35 км, а по прямой это расстояние составляет 22 км к ю-в (121°) от лагеря № 1.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 113 нг/м<sup>3</sup> (среднее из 3-х измерений 16.07, повторные измерения 18.07 показали 19 нг/м<sup>3</sup>).

**Т.н. 1944** расположена в лагере № 2, на второй террасе реки, которая имеет высоту 5-6 м. Терраса сложена переслаивающимися песками и растительными остатками. Верхний метр отложений представляет собой типичную слоёнку, в которой слои растительного детрита (зелёные мхи, травы) преобладают.

**Т.н. 1945** (73°32'43,3"с.ш., 101°01'35,4"в.д., высота по прибору GPS 98 м) – почти вершина водораздела между долиной р. Б. Балахни и долиной озера Долгого, в 2,49 км к северу от лагеря № 2.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 102 нг/м<sup>3</sup>

По карте высота водораздела до 108 м. Действительно, водораздел над т.н. возвышается на 8-10 м. В т.н. на поверхность выступает валун серых долеритов длиной 1,63 м по длинной оси. Под ним в песке вырыты норы песцов. Склоны гряды пологие – 3-6°, с широкими долинами с крутизной склонов до 10°. В тех долинах, которые верховьями достигают водораздела видны типичные для алевритов солифлюкционные сплывы этого материала. Выше алевритов залегают пески, выделяющиеся на поверхности тундры всегда серым цветом, хоть они и желтоватые в расчистках.

**Т.н. 1946** (73°33'23,8"с.ш., 101°01'32,9"в.д., высота по прибору GPS 58 м), в 10 м выше уреза воды в озере Долгом, который на карте обозначен высотой 48 м, северный берег озера Долгого в 3,72 км к северу (8°) от лагеря № 2.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 20 нг/м<sup>3</sup>.

Берег обращён к озеру уступом высотой до 22 м. Рельеф уступа байджараховый. В уступе обнажаются серые алевриты и пески, но обнажённость отложений слабая. Склон уступа заплыл серыми алевритами. Ледяные жилы иногда обнажаются среди байджарахов на высоте около 22 м над озером. Под байджарахами залегают тёмно-серый м-з песок, содержащий обломки раковин морских моллюсков. На высоте 17 м над озером расположен контакт этих песков со светло-серыми песками, имеющими линзовидную и косую слоистость. Видимая мощность песков 5-6 м. Ниже развиты алевритовые оплывины. Каменный материал, устилающий береговую линию озера поступает сверху, из толщ, залегающих выше описанных алевритов и песков. Наибольшая концентрация крупнообломочного материала наблюдается на бровке уступа размыва – в оплывающих алевритах. Обломки окатаны преимущественно хорошо, вплоть до идеально окатанных галек.

Озеро Долгое в момент наблюдения на 80% покрыто льдом (рис. 7). Озеро свободно от льда в восточной части, есть разводья и закраины у северного и западного берегов. У южного берега ширина закраины до 200 м. Толщина льда 35-40 см. Промерные работы и отбор колонок донных отложений из озера проведены со льда. Закраина была преодолена на лодке, промеры начаты с края льда и проводились эхолотом в естественных майнах и отверстиях во льду. Промеры выполнены в следующих точках:

край льда примерно 70 м от северного берега озера в т.н. - 73°33'28,5"с.ш., 101°01'24,5"в.д. – глубина 15 м;

73°33'30,7"с.ш., 101°01'19,8"в.д. – глубина 18,5 м;

73°33'34,0"с.ш., 101°01'20,0"в.д. – глубина 30 м;

73°33'37,0"с.ш., 101°01'14,7"в.д. – глубина 35,6 м;

73°33'40,2"с.ш., 101°01'10,8"в.д – глубина 36,4 м;

73°33'47,0" с.ш., 101°01'00,9"в.д.– глубина 37,4 м.



Рис. 7. Озеро Долгое. Вид с водораздела р. Б. Балахни и озера. На дальнем плане озеро Купчиктах, сток из которого и с его большого водосбора осуществляется в оз. Долгое, а затем в р. Б. Балахню. Высота уреза воды в оз. Купчиктах 49 м, в оз. Долгом – 48 м н.у.м.

Далее по курсу на северо-северо-запад расположено большое разводье во льду, в котором измерения глубин не проводилось. Судя по характеру промерного профиля глубин больше 40 м в этой части озера нет.

Переход обратно к северному берегу озера и отбор колонок донных отложений в точке с координатами 73°33'31,5"с.ш., 101°01'20,3"в.д. и глубиной 22 м по эхолоту. Реальная глубина, измеренная верёвкой при бросании трубы равна 20,5 м. В точке из майны, прорубленной лопатой (толщина льда 35-40 см) отобраны 3 колонки донных отложений грунтовой трубкой ГОИН-1,5.

Колонка Д-1. Длина колонки 60 см. Верхние 5 см имеют жёлтый цвет ожелезнения. Остальные 55 см – однородный серый цвет. Колонка очень хорошего качества, т.к. верх не потерян и полностью сохранил свою форму (не растёкся по вкладышу трубы). Отложения состоят из плотного глинистого алевролита.

Колонка Д-2. Длина колонки 49 см. Всё то же, но на глубине 22 см из колонки торчит часть растения. Эта колонка отдана Кеннету Андерсену для проведения анализа ДНК растений.

Колонка Д-3. Длина 57 см. Верхние 4,5 см ожелезнённые – буро-жёлтого цвета. Остальная часть имеет яркий светло-серый серого цвета (рис. 8). На глубинах 10-12 и 22 см слои органики. Даже в первоначальном виде в колонке видны признаки тонкой слоистости.



Рис. 8. Колонка донных отложений № 3 длиной 57 см из оз. Долгого во вкладыше грунтовой трубки ГОИН-1,5 на озёрном льду.

**Т.н. 1947** ( $73^{\circ}31'30,5''$ с.ш.,  $101^{\circ}00'36,2''$ в.д., высота по прибору GPS 49 м), разрез вдоль излучины реки, наиболее близкой к южному берегу оз. Долгого, 200 м севернее лагеря № 2 (рис. 9).



Рис. 9. Излучина р. Б Балахни –ближайшей к оз. Долгому, с лагерем № 2 отряда российско-шведской экспедиции 2010 г. Номерами обозначены токи наблюдений и их номера. В верхах уступа размыва развиты байджарахи ледового комплекса отложений, подстилаемые морскими позднелепистоценовыми осадками.

Высота разреза в т.н. 13,5 м. В нём вскрываются слоистые алевриты и пески. На бенче у реки много раковин морских моллюсков, вымытых из обнажения. Раковины

морских моллюсков вываливаются из самого верхнего слоя алевроитов под дерниной. Здесь видно переслаивание тёмно-серых алевроитов и алевроитовых песков с песчаными алевроитами. На стенке обнажения на протяжении 2 м от бровки видны выцветы серых, белесоватых солей из слоя, где залегают раковины. И сам слой алевроита толщиной 0,8 м покрыт корочкой солей. В прослоях кварцевого песка толщиной до 2-3 см раковинный детрит имеет наибольшую концентрацию, но обломки раковин морских моллюсков есть и в алевроитах. Иногда встречаются целые парные створки двустворчатых моллюсков. В образце с высоты 13, 5 м над рекой (52 м н.у.м.) палеонтологом А.В.Крыловым определены следующие виды моллюсков: *Macoma baltica* Linnaeus – 10 разрозненных створок раковин и 4 замка раковин; *Portlandia arctica* Gray – 1 целая раковина с обеими створками, 1 целая створка, 2 поврежденные раковины. ЭПР-возраст раковин моллюсков из верхних алевроитов составляет  $71,5 \pm 6,1$  тыс. л.н. (RLQG 450-012). Среди алевроитов встречаются линзочки растительных остатков (детрит) толщиной до 1 см. Всё это похоже на эстуарные условия осадконакопления.

Ниже залегают жёлто-серые пески с волнистой слоистостью. Контакт между верхними алевроитами и песками резкий, но ровный.

Из песков в 10 см ниже кровли отобран образец, который показал ОСЛ возраст  $70,8 \pm 5,6$  тыс. л.н. (RLQG 2034-012).

Между т.н. 1947 и 1948 с поверхности бенча собраны раковины морских моллюсков, которые определены палеонтологом А.В.Крыловым: *Macoma baltica* Linnaeus – 10 раковин и 4 обломка раковин; *Macoma calcarea* (Gmelin, 1780) – 1 поврежденная раковина; *Portlandia arctica* Gray – 1 целая раковина с обоими створками, 1 целая створка, 2 поврежденные раковины; *Astarte broweri* Meek – 3 поврежденные раковины; *Astarte montagui* Dillwyn – 1 целая раковина; *Astarte arctica* (Gray) – 1 поврежденная раковина.

**Т.н. 1948** ( $73^{\circ}31'43,3''$ с.ш.,  $101^{\circ}00'31,6''$ в.д., высота по прибору GPS 67 м), Та же излучина р. Б. Балахни в 581 м к северу от лагеря №2.

Эклиметрирование склона от уреза воды показало высоту бровки террасы 37-38 м. Раковины по склону наблюдаются до высоты 22-23 м, байджараховый рельеф ЛК – с высоты 25-26 м над рекой и выше.

Вершины байджарахов сложены переслаивающимися желтовато-серыми песками и более серыми алевроитами (общий цвет палевый). Внизу, у основания байджарахов, на высоте 25 м замечено яркое переслаивание желтоватых песков и серых алевроитов.

Из байджараха с уровня 27 м над рекой отобран образец типичной слоёнки, состоящей из неразложившихся зелёных мхов и листьев осоки (даже сохранившей зелёный цвет), переслаивающихся с алевроитами и песками. В 0,5 м ниже слоёнки откопан контакт алевроитового переслаивания ЛК и нижележащих серых глин и глинистых алевроитов. Контакт постепенный через переслаивание с песками осадок становится глинистым. Мерзлотная текстура глин шпировая (шпирь льда до 2-3 см). В других байджарахах видно волнистое и горизонтальное переслаивание песков и алевроитов и редкие линзы растительных остатков.

Образец раковин, подобранных выше по течению у реки выше т.н. по заключению палеонтолога А.В. Крылова содержит следующие виды моллюсков: *Astarte broweri* Meek, *Hiatella arctica* Linnaeus, *Astarte montagui* Dillwyn.

При фотографировании обнажения в излучине реки из т.н. 1948 (см. рис. 9) отмечено, что от лагеря, находящегося на второй террасе левого берега, к бровке обнажения выделяются ещё 3 уступа и поверхности террас: 3 терраса с высотой площадки 8-10 м, 4 терраса – 13-20 м, 5 терраса – 37-38 м. По правому берегу реки видна пойма излучины, первая терраса с полигональными формами (в середине полигонов трава, осока, по валикам – ива). Ивой покрыт переход от поймы к первой террасе. Первая терраса окаймлена зарослями ивы шириной до 50 м. Вторая терраса такого же уровня (5-6 м), как

и на левом берегу, где стоит лагерь № 2. По второй террасе правого берега образованы цепочки озёр-стариц.

**Т.н. 1949** (73°31'37,0"с.ш., 101°00'43,8"в.д., высота по прибору GPS 56 м).

Верхние пески над шведской расчисткой. При подъёме к бровке обнажения раковины моллюсков на склоне исчезают с высоты 20-21 м над рекой, байджарахи начинаются с высоты 25 м. В песках заложена серия расчисток, в которых вскрывается переслаивание алевритов и алевритовых песков с линзочками растительного детрита до 2 см толщиной. В одной из расчисток на высоте 25,5 м вскрыт контакт с глинами. Здесь же с высоты 24 м из оплывины байджараха, вытащен обломок бивня мамонта длиной 80 см, диаметром 7 см. (рис. 10).



Рис. 10. Обломок бивня мамонта, вытаявший из отложений ЛК в т.н. 1949 на высоте 24 м над рекой. Радиоуглеродный возраст бивня оказался за пределами для метода.

**Т.н. 1950** Шведская расчистка имеющая индекс BBR6 по их нумерации [Möller et al., 2019].

Бровка обнажения расположена на высоте 18-19 м над рекой (58-59 м н.у.м.). Здесь приводятся высоты, измеренные российскими исследователями. Шведские коллеги неправильно определили высоту уреза воды над уровнем моря в 35 м. В действительности по карте урез воды в данной излучине находится на высоте 40 м н.у.м. И склон выше шведской расчистки измерен ими отлично от наших замеров. Все приведённые выше и ниже высоты по разрезу измерены нами.

Сверху обнажаются оскольчатые (ореховатые) тёмно-серые алевриты видимой мощностью 1 м. Ниже до высоты 15,3 м над рекой залегают тёмно-серые оскольчатые, горизонтально-слоистые алевриты, переслаивающиеся с песками – такие же, как и в т.н. 1947, но здесь они сухие (влажность 3-5%), в то время как в т.н. 1947 их влажность 10-15%. В слоях песка есть раковины *Astrarte* sp. и в песках также. В алевритах мерзлотная текстура шлировая и сетчатая, шлиры до 2 см толщиной.

Контакт с нижележащими отложениями постепенный при переходе в пески, переслаивающиеся с алевритом. Толща переслаивания имеет волнистую слоистость. Цвет алевритовых песков желтовато-серый, алевритов – серый.

На горизонте 12,4 м над рекой слоистость линзовидно-косая (осадконакопление при слабом течении). На горизонте 11,6-11,0 м наблюдается волнистое переслаивание осадков, отлагавшихся в водоёме. Толща переслаивания прослеживается до горизонта 9,1 м над рекой, где контактирует с более тонкими осадками. Контакт также волнистый. Условия осадконакопления те же, но преобладает алеврит над песком. К низу алевритов становится всё больше, но на высоте 2,7 м в толще переслаивания снова преобладают пески и алевритовые пески. Подошва обнажения располагается на высоте 0,5 м над рекой.

7 образцов растительного детрита, створок раковин морских моллюсков и бивень мамонта с горизонта 24 м над рекой, продатированные шведскими коллегами от подошвы обнажения до его бровки, оказались за пределами для радиоуглеродного метода (>48 000 лет [Möller et al., 2019]). ЭПР-датирование раковин моллюска *Macoma baltica* с горизонта 16 м над рекой показало их возраст  $89,2 \pm 7,6$  тыс. л.н. [Möller et al., 2019].

В высотном интервале 4-16 м над рекой шведские исследователи обнаружили и определили раковины морских моллюсков следующих видов: *Neptunea despecta* (Linne, 1758), *Euspira pallida* (Broderip and Sowerby, 1829), *Astarte borealis* (Schumacher, 1817), *Portlandia arctica* (Gray, 1824), *Macoma baltica* (Linne, 1758), *Hiatella arctica* (Linne, 1767), *Macoma calcarea* (Gmelin, 1791). Также обнаружены трубочки полихет *Polidora oliata* (Johnston, 1865). Наиболее многочисленные находки раковин относятся к видам *Macoma baltica* и *Astarte borealis*.

В отложениях из интервала 3,5-7 м над рекой обнаружены фораминиферы следующих видов: *Buccella frigida* (Cushman, 1922), *Elphidium albiumbilicatum* (Weiss, 1954), *Elphidium clavatum* Cushman, 1930, *Elphidiella groenlandica* (Cushman, 1936), *Haynesina orbiculare* (Brady, 1881).

Выше расчистки морские отложения, прослеживаются до высоты 20-21 м над рекой, судя по высыпкам раковин морских моллюсков среди склоновых отложений. Контакт ледового комплекса с подстилающими глинами и глинистым алевритом находится на высоте 25-25,5 м (расчистка в т.н. 1948) и в расчистке шведских коллег (т.н. 1949). Основание байджарахов находится на высоте 25 м, обломок бивня мамонта отобран под байджарахом с высоты 24 м над рекой.

Таким образом, ледовый комплекс пород залегает на морских отложениях (рис. 11а) или на отложениях бассейна эстуарно-лагунного типа. Остался неизученным разрез на высотах 19-26 м, т.к. его не раскопать в склоновых отложениях. Лишь небольшие расчистки показали, что и там залегают глинистые алевриты. Но какие глины в нём залегают – морские или пресноводного бассейна, пока неизвестно.

Шведские исследователи всю изученную толщу морских отложений от основания разреза до высоты 16-18 м назвали гляцио-морскими осадками [Möller et al., 2019]. Однако в реальном разрезе нет признаков влияния ледников на осадконакопление в морском бассейне. Более того, комплексы фауны моллюсков и микрофауны свидетельствуют об умеренных и даже сравнительно тёплых условиях бассейна осадконакопления. Наибольшее количество раковин моллюска *Macoma baltica* в сборах из обнажений 1947-1950 свидетельствует о том, что морской бассейн был достаточно тёплым (бореальным или бореально-арктическим) [Drent, 2002]. Скорее всего отнесение осадков к гляцио-морским, это хоть какой-то выход из положения, когда в осадках не найдено ни единого свидетельства присутствия ледников (далёкого или близкого), но европейская палеогеографическая схема требует их присутствия 70-90 тыс. лет назад как в Европе, так и в Сибири. Именно таким возрастом датированы реальные отложения. Т.е. если нет признаков ледников при исследовании конкретных отложений, то их необходимо хотя бы упомянуть.

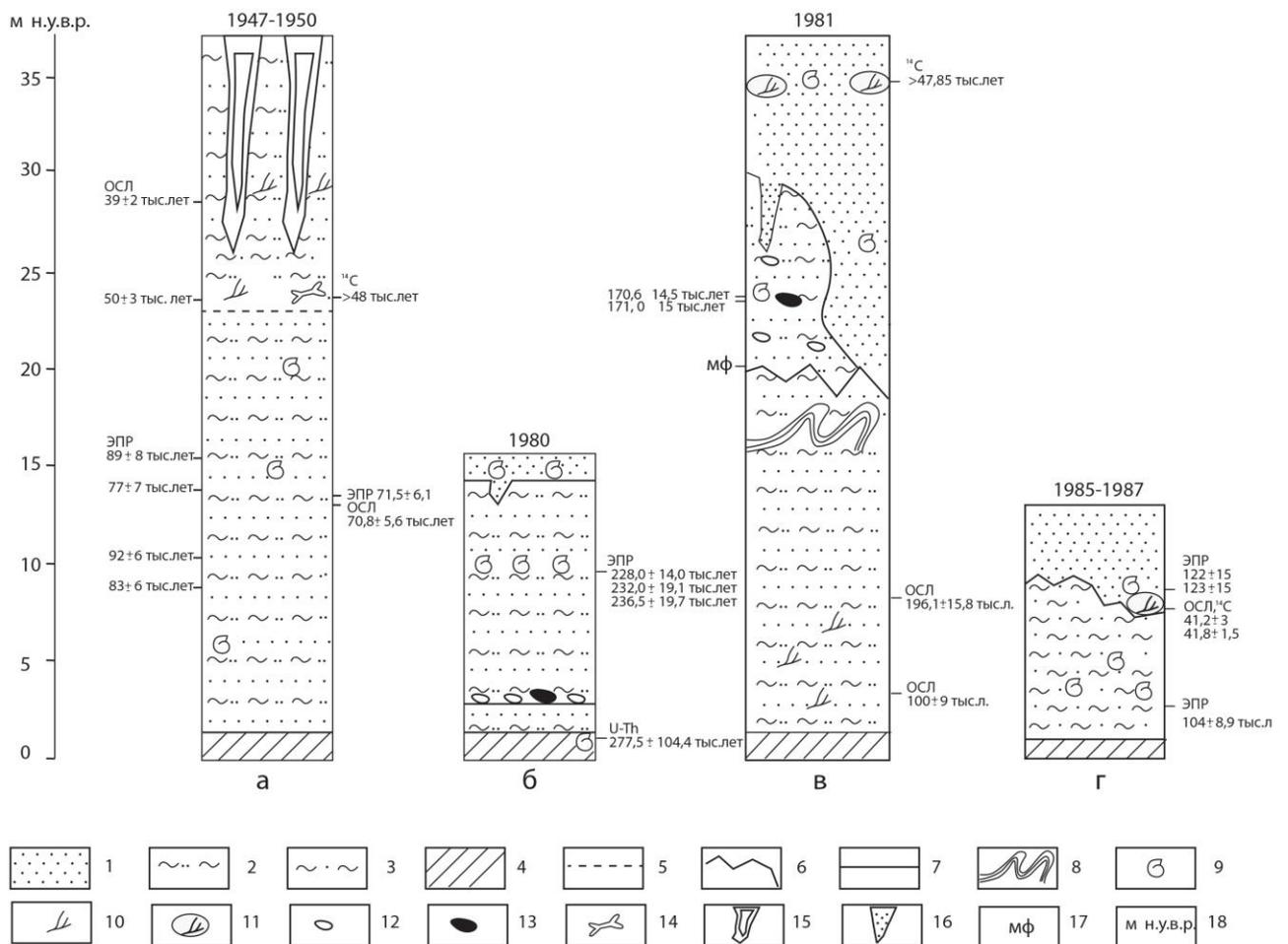


Рис. 11. Сводные разрезы обнажений четвертичных отложений в долине р. Б.Балахны. Условные обозначения: 1 – песок, 2-песчаный алеврит, 3 – глинистый алеврит, 4 – осыпь, 5 – постепенная граница между слоями и пачками, 6 – граница с угловым несогласием, 7 – чёткая граница между слоями и пачками, 8 – складки с размером крыльев до 1-2 м, 9- раковины морских моллюсков, 10 – растительные остатки, 11 – линза растительных остатков, 12 – галька, 13 – валун, 14 – кость млекопитающего животного, 15 – ледяная жила, 16 – псевдоморфоза по ледяной жиле, 17 – микрофауна, 18 – обозначение высоты обнажений в м над уровнем воды в реке. Также на рисунке приведены результаты датирования методами: ОСЛ – опико-стимулированной люминесценции, ЭПР – электронно-парамагнитного резонанса,  $^{14}\text{C}$ - радиоуглеродным, U-Th – уран-ториевым.

Переход из лагеря № 2 в лагерь № 3 вниз по реке.

**Т.н. 1951** (73°29'17,4"с.ш., 101°16'06,6"в.д., высота по прибору GPS 48 м), 9,08 км к ю-в (116°) от лагеря № 2.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 35 нг/м<sup>3</sup>.

Останец террасы высотой 18 м над рекой сложен отложениями ЛК. В предыдущей излучине (самой длинной) Лав Дален нашёл кость мамонта у реки. Терраса высотой 5-6 м покрыта зарослями ивняка. По горизонтали 50 м на карте м-ба 1:200 000 выходы ледового комплекса пород к реке ограничены уступом размыва. В т.н. установлен геодезический сигнал с высотной отметкой по карте 53 м. Урез воды в реке находится на высотной отметке 37 м.

Верхняя часть уступа размыва (6-7 м) представлена байджарахами, сложенными волнисто-слоистыми песками и алевритовыми песками, в которых есть ледяная жила шириной до 2,5 м. Внизу – ритмичное переслаивание (слойки по несколько мм толщиной) алевритов и глинистых алевритов. В образце переслаивающихся алевритов при

последующем анализе фораминифер не обнаружено, но есть много растительных остатков, угольной крошки, единичные спикулы губок, крупные и мелкие зёрна янтаря.

**Т.н. 1952** (73°31'55,3"с.ш., 101°28'09,5"в.д., высота по прибору GPS 45 м), 14 км к в-с-в (84°) от лагеря № 2. Острый меандр, обращённый остриём к югу, с балком на левом берегу реки.

На правом берегу образована терраса высотой 6-7 м.

Далее вниз по реке в широкой излучине к югу (там, где на карте м-ба 1:200 000 указана ширина реки в 60 м) в уступе размыва высотой 8-9 м сверху обнажаются переслаивающиеся пески и алевролиты, а снизу – слоистые алевролиты и глины.

**Т.н. 1953** (73°32'22,5"с.ш., 101°34'09,3"в.д., высота по прибору GPS 35 м), 17,76 км к в-с-в (84°) от лагеря № 2.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 21 нг/м<sup>3</sup>.

Правый берег р. Б. Балахни на выходе из широкого меандра, ориентированного выпуклостью к ю-з. Терраса высотой 6 м. На левом берегу образована терраса высотой 3,5 м.

**Т.н. 1954** (73°33'01,1"с.ш., 101°46'28,2"в.д., высота по прибору GPS 40 м), 25,3 км к с-с-в от лагеря № 2. Выход из яйцеобразного длинного меандра, ориентированного выпуклостью на ю-в.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 13 нг/м<sup>3</sup>.

Вдоль правого берега протягивается уступ размыва высотой 11,5 м (и меньше), сложенный м/з кварцевыми песками, сверху охристыми, жёлтыми. Слоистость горизонтальная и волнистая. На берегу вдоль уступа разбросаны раковины моллюсков *Astarte* sp. Лав Дален на урезе воды обнаружил часть бивня мамонта.

**Т.н. 1955** (73°35'43,6"с.ш., 102°11'36,6"в.д., высота по прибору GPS 33 м), 6,77 км к ю-з от лагеря № 3. Вершина первой излучины на следующей карте м-ба 1:200 000 (восточнее 102° восточной долготы) перед впадением реки Каламутадыму. Здесь сверху обнажаются отложения ЛК с ледяными жилами, снизу – морские алевролиты с раковинами морских моллюсков в отложениях и в россыпях на склонах и на бечевнике.

Чуть западнее на выходе из кривой длинной излучины, обращённой выпуклостью на юг, встречены обнажения с песками сверху и нижележащими алевролитами. Много крупнообломочного материала и подножия уступов на берегу и в русле.

Достигли р. Бедерботарида, впадающей слева в р. Б. Балахню. Пройден пояс свободного меандрирования реки от долготы озера Долгого (101°) до устья р. Бедерботарида (102°04'). Здесь при слиянии рек на правом склоне образованы следующие террасы. Первая терраса высотой 3-4 м, вторая терраса есть повсеместно по пути следования и её высота 6-7 м. Третья терраса имеет высоту бровки от 11 до 17 м. В уступах третьей террасы обнажаются отложения ЛК пород, которые залегают на бассейновых отложениях и сами являются таковыми же (т.н. 1951, 1955). В т.н. 1954 и 1955 обнажаются отложения морского бассейна. ЛК «вырастает» из отложений морского бассейна.

### **Лагерь № 3. 20 – 26 июля.**

(73°39'09,2"с.ш., 102°07'05,8"в.д., высота по прибору GPS 34 м, склон второй террасы реки на высоте 4-5 м), левый берег реки ниже впадения в неё левого притока – р. Бедерботарида (рис. 12). Старая рыбацкая точка с маленьким балком. Высота уреза воды в реке по карте 31 м н.у.м.



Рис. 12. Обнажение ЛК пород голоценового возраста, размываемое рекой Бедерботарида при её впадении в р. Б. Балахню слева (вид из лагеря № 3 на запад). Отложения ЛК с ледяными жилами занимают верхнюю половину обнажения и залегают на морских осадках.



Рис. 13. Три террасы в устье р. Бедерботарида. На заднем плане обнажения морских отложений и залегающего на них ледового комплекса (ЛК) пород.

Концентрация ртути в почвенном воздухе  $21 \text{ нг/м}^3$ .

В районе лагеря на левом склоне долины р. Б. Балахни и устья её притока – р. Бедерботарида наблюдаются 3 террасы (рис. 13). Первая высотой 3,5-4 м сложена переслаивающимися песками и алевритами; вторая высотой 6-7 м, сложена теми же отложениями с большим количеством растительных остатков; третья терраса высотой 8,5-9 (до 11) м, сложена слоёнкой (переслаивающимися песками и алевритами). Под второй

террасой на протяжении около 20 м ниже лагеря обнаружено большое скопление древесины в русле около уреза воды. Толщина стволов лиственниц в прикорневой части достигает 40 см. Но второй террасе эти стволы не принадлежат. Только в одном месте виден ствол, торчащий из трещины по жиле льда. Но этот ствол, вероятнее всего воткнут в осадки второй террасы во время прохождения современного половодья, когда часть стволов становится плавником. Из стволов из уреза воды реки взят образец древесины для датирования, который показал радиоуглеродный возраст  $6590 \pm 70$  л.н. (ЛУ-6523). Также отобраны образцы органики из террас: слоёнка из верхов 3 террасы (радиоуглеродный возраст  $4790 \pm 60$  л.н. (ЛУ-6520)); растительные остатки, отмытые из первой террасы на её границе с 3 террасой (радиоуглеродный возраст  $980 \pm 60$  л.н., ЛУ-6664); растительные остатки, отмытые через сито из второй террасы (радиоуглеродный возраст  $3110 \pm 80$  л.н. (ЛУ-6521)). Третья терраса прислонена к морским отложениям, первая – к третьей террасе. Между ними расчищен контакт по простиранию 12 м. В нём видно, что слои песка и алеврита 3 террасы снижаются до уровня первой и выклиниваются среди отложений первой террасы и сверху наплывшими отложениями третьей террасы. Состав отложений во всех террасах примерно одинаков: алевритовые пески, алевриты, пески растительные остатки иногда в виде слоёнок. Самая высокая 4 терраса имеет высоту 30-31 м и сложена сверху ледовым комплексом пород, снизу подстилаемым эстуарными и морскими отложениями (см. рис. 13).

**Т.н. 1956** ( $73^{\circ}39'12,7''$  с.ш.,  $102^{\circ}10'27,9''$  в.д. высота по прибору GPS 45 м, склон четвёртой террасы на высоте 19-20 м над рекой). Распадок расчлняет уступ размыва, термоденудацией вскрыты ледяные жилы и отложения ледового комплекса пород, залегающего сверху, который чётко выделяется по широко развитым байджарам. Слоёнка, залегающая на высотах 19-25 м представлена переслаиванием алеврита и алевритового песка с прослоями того же материала, но содержащего большое количество растительных остатков, практически неразложившихся, предположительно зелёных мхов и трав (до 20-30% по объёму). Эти отложения вмещают ледяные жилы шириной до 1,2 м и такой же видимой высотой. Они залегающей в интервале высот 20,8 м- 22 м. Есть и более мелкая ледяная жила шириной 1 м, залегающая на высотах 23-24 м.

Образец слоёнки с высоты 24,3 м (выше верхней жилы, 0,5 м ниже бровки обнажения) показал радиоуглеродный возраст  $750 \pm 50$  л.н. (ЛУ-6679). На высоте 19 м раскопан контакт слоёнки с нижележащими переслаивающимися песками и алевритовыми песками, в которых растительные остатки содержатся не в виде слоёв, а рассеяны в отложениях и сконцентрированы в прослоях толщиной в первые сантиметры. Контакт постепенный и одновременно резкий – отложения те же, но внизу исчезает слоёнка (рис. 14). Из зоны контакта взяты 2 образца растительных остатков и промыты через сито. Образец с высоты 19,2 м (слоёнка с содержанием растительных остатков около 20%) показал радиоуглеродный возраст  $7680 \pm 100$  л.н. (ЛУ-6662). Образец из тонкого слоя растительных остатков с высоты 18,8 м показал при промывке его водой, что состав растительности в промытых образцах примерно одинаков (зелёные мхи, осока).

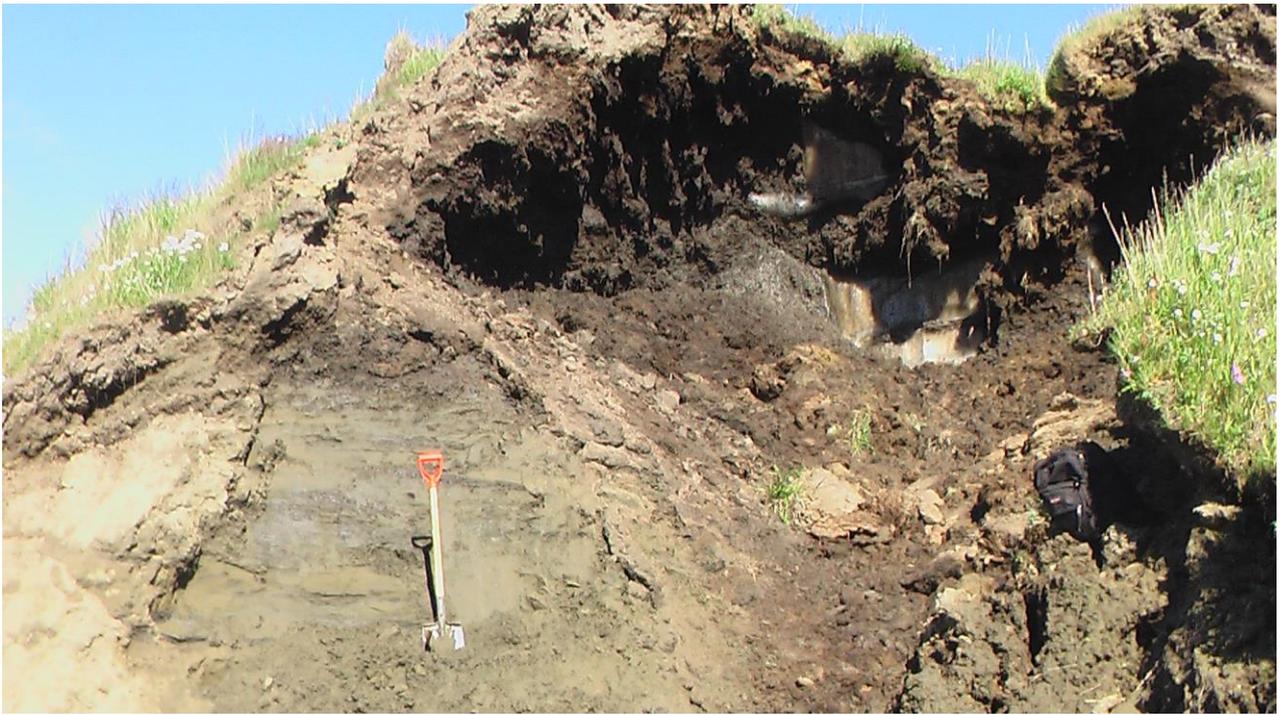


Рис. 14. Верхняя часть разреза в т.н. 1956. Выше ручки лопаты виден контакт слоёнки с нижележащими песками и алевритовыми песками. При переходе из вышележающих органогенных отложений в пески и алевриты изменилось лишь их содержание, текстура осталась горизонтально- и волнисто-слоистой, что указывает на накопление осадков в бассейне.

**Т.н. 1957.** Расчистка, подробное описание которой сделано шведскими коллегами, расположено в крутом уступе размыва в 100 м выше по реке от т.н. 1956 (рис. 15).



Рис. 15. Горизонтально-слоистые морские отложения в т.н. 1957.

Описание расчистки снизу-вверх.

0,9 – 1,4 м над урезом воды в реке. Горизонтально-слоистый, серый внизу, желтовато-серый сверху песок.

1,4 – 3,0 м. Переслаивание серых алевритов (по 10-20 см толщина слоёв) и песков (до 2-3 см). В алевритах содержатся линзочки растительного детрита.

3,0 – 4,6 м. Серовато-жёлтые пески с линзами растительного детрита. В нижних 40 см слою растительного детрита наклонены под углами до 30°. В верхних 1,2 м пески абсолютно горизонтально-слоистые. Нижний контакт слоя постепенный, но слоистость в контакте волнистая. Верхний контакт неровный по волнистым слоям.

4,6 – 12,3 м. Толща переслаивания серых алевритов, алевритовых песков и песков (слои от 3 до 20 см толщиной). Слоистость волнистая и горизонтальная. В верхней части (8,6-11 м) преобладают алевриты, переслаивающиеся с алевритовыми песками. Жёлтых песков, как внизу, почти нет. На высоте 10-11 м встречаются единичные раковины морских моллюсков.

12,3 – 12,5 м. Гравийно-галечно-валунный горизонт размыва. Валунны до 30 см длиной окатаны хорошо.

12,5 – 13,1 м. Жёлтые и серые пески с коричневыми линзами растительного детрита, слоистость волнистая.

13,1-14,7 м. Оскольчатые серые глины или глинистые алевриты, тонкослоистые по нашим наблюдениям, по наблюдениям шведских исследователей – массивные. Контакт с нижележащими песками ровный, но через алевритовый песок и алеврит. Этот слой венчает разрез уступа размыва. В распадке, где находилась т.н. 1956, этот слой найден на высоте 15,3 м. Верхний контакт глин не раскопать, т.к. он сверху завален сплывающими отложениями ЛК. Видно, что верхние пески и алевриты голоценового ЛК ложатся на глины, но контакт скрыт переотложенным материалом на высоте 15,3 – 17 м над урезом воды в реке.

Шведскими коллегами определены вид моллюска, раковины которого собраны из горизонта, располагающегося на высоте 8,5 м над рекой (*Macoma baltica* Linnaeus); и полихет (*Polidora ciliate*, Johnson, 1865), трубочки которых отобраны с высоты 11-12 м над рекой [Möller et al., 2019]. ЭПР-возраст осадков по раковинам моллюска *Macoma baltica* с высоты 7,9 м составил  $85,1 \pm 7,3$  тыс. лет, с высоты 10,9 м –  $79,0 \pm 9,4$  тыс. лет [Möller et al., 2019]. ОСЛ-возраст осадков составил:  $97 \pm 7$  тыс. лет с горизонта 1 м,  $87 \pm 6$  тыс. лет с горизонта 3,5 м,  $96 \pm 7$  тыс. лет с горизонта 7,2 м над рекой. [Möller et al., 2019].

Раковины моллюсков с горизонта 12 м над рекой показали запредельный возраст для радиоуглеродного метода датирования –  $\geq 48$  тыс. лет [Möller et al., 2019].

Из распадка в 30 м ниже по течению от расчистки в т.н. 1957 отобраны образцы. Здесь обнаружено множество раковин – банка раковин морских моллюсков и растительные остатки, не столь явно видимые в основном разрезе. На высоте 11,5 м среди волнисто-слоистых алевритов залегает масса раковин морских моллюсков. Раковины имеют по 2 створки, иногда одиночные створки вложены друг в друга, располагаются неупорядоченно в тонком слое (5-10 см) алевритов. Здесь же обнаружена более крупная коричневая створка моллюска *Mytilus* (?), залегающая выпуклостью вверх. Она была очень тонкостенной и при извлечении поломалась. Основная масса раковин моллюсков по определению палеонтолога А.В. Крылова принадлежит виду *Macoma baltica* Linnaeus. Большое количество раковин моллюска *Macoma baltica* свидетельствует об умеренно-холодных водах межледниковья, в которых формировались эти осадки.

Проведенно U-Th датирование раковин. Анализ показал значительное изотопное загрязнение раковины в постседиментационное время. По внутренней фракции раковины возраст грубо оценён как  $77,8 \pm 11,7$  тыс. л.н. (ЛУ-626).

Выше банки моллюсков – на высоте 13 м, залегают песчаные алевриты, переслаивающиеся с большим количеством растительного детрита. Из этого слоя на сите отмыт образец для проведения радиоуглеродного анализа. При отмывке обнаружен

маленький кусочек янтаря размером 3-4 мм. Результат определения возраста растительного детрита  $\geq 51000$  л.н. (ЛУ-6528).

Таким образом, исследованные разрезы показали наличие морских и лагунных (эстуарных отложений) возрастом 80-90 тыс. лет, откладывавшиеся в сравнительно тёплом морском бассейне. Верхняя пачка осадков представлена отложениями ледового комплекса, причём голоценового возраста, на что показали радиоуглеродные датировки и полное отсутствие костей животных мамонтового комплекса фауны, которые обнаруживаются всегда, когда река размывает отложения ЛК конца позднего неоплейстоцена. Действительно, отложения ЛК всегда представлены переслаиванием органических включений с алевритами, вмещают ледяные жилы. В данном довольно редком разрезе все признаки ЛК имеются, кроме поздненеоплейстоценового возраста и остатков млекопитающих мамонтового комплекса. Это свидетельствует об осадконакоплении в одинаковых условиях мелководного водоёма, но при разных климатических условиях. В сартанское время позднего неоплейстоцена климат был значительно холоднее, благодаря чему формировались жильные льды больших размеров. В голоцене климат был значительно мягче, жилы формировались незначительные, а животные мамонтового комплекса или вымерли, или мигрировали к югу. В дельте р. Лены соседство сартанского и голоценового ЛК является более обычным явлением [Большаянов и др., 2013].

В описанных точках наблюдения контакт между морскими верхнеоплейстоценовыми отложениями и вышележающим голоценовым ЛК скрыт, а из определённого возраста осадков становится ясно, что между временем накопления морских осадков и формированием голоценового ЛК был значительный временной интервал размыва морских осадков.

### **Переход между лагерями 3 и 4 (26 июля).**

Река сначала меандрирует, затем более или менее прямым руслом следует на юго-восток, где появляются множество перекатов, сложенных галькой и валунами, поступающих с окружающих склонов. Уклоны реки на прямых участках видны визуально.

**Т.н. 1968** (73°37'06,8"с.ш., 102°22'11,6"в.д.) Меандр реки, ориентированный к югу, в 8,75 км к ю-в (по азимуту 116°) от лагеря 3.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 36 нг/м<sup>3</sup>.

В обрывистом правом берегу реки (уступ размыва высотой 8-10 м) переслаиваются пески и алевриты, на склоне в осыпи есть раковины морских двустворчатых моллюсков. В верхней части обнажения залегают галечники.

**Т.н. 1969** (73°30'29,2"с.ш., 103°09'33,1"в.д., высота по прибору GPS 29 м). Правый берег реки.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 41 нг/м<sup>3</sup>.

Река изобилует мелями, в которых много гальки и валунов. Их высыпки по берегам начались выше по течению реки – после т.н.1968. Эти высыпки крупнообломочного материала иногда выглядят как дельты, перегораживающие наполовину русло реки, но долин, откуда они могли быть вынесены, нет. Возможно, что это сравнительно древние отложения, откопанные рекой снова.

В 5 км выше по реке на склонах долины появились серые «нашлётки»-террасы серого цвета, сложенные галечниками и песками; конусообразные холмы и гряды на водоразделах. По направлению к лагерю 4 пройдены несколько таких гряд-террас.

#### Лагерь № 4. 26- 30 июля.

Самая южная излучина реки Б. Балахни при пересечении ею Северококорской гряды (73°26'11,6"с.ш., 103°26'05,5"в.д., высота по прибору GPS 24 м), правый берег реки, 2 терраса высотой 6-7 м.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 69 нг/м<sup>3</sup>.

**Т.н. 1970** (73°26'30,1"с.ш., 103°26'37,7"в.д., высота по прибору GPS 31 м), склон третьей террасы высотой 14-15 м на правом берегу реки, 600 м ниже по течению от лагеря № 4).

В бровке уступа размыва на высоте 10,5 м над урезом воды в реке сверху – вниз обнажаются следующие отложения.

0-0,25 м. Дерново-растительный покров, состоящий из переплетения корней и алевритового песка коричневого цвета.

0,25-1,95 м. Переслаивание песков, алевритов и растительных остатков в виде слоёнки, слоистость горизонтальная. Похоже на остатки ледового комплекса пород. У подножия обнажения чуть ниже по реке найдена кость древнего овцебыка или лошади (часть лопатки).

1,95-3,55 м. Переслаивание желтовато-серых кварцевых песков с алевритовым песком серого цвета. Растительные прослои исчезают, но появляется растительный детрит в виде веточек кустарничков и других растительных остатков. Может быть среди них есть водоросли, так как у осадков имеется соответствующий запах. Слоистость волнистая крупная и мелкая. Растительные остатки ориентированы наклонно, иногда почти вертикально к поверхности напластования. При расчистке обнаружен мелкий фрагмент раковины моллюска. Верхний контакт постепенный (исчезают горизонты растительных остатков в виде слоёнки).

Далее осыпь. Над урезом воды произведена раскопка и в ней вскрылись отложения современной поймы. В разрезе шведских коллег в 100 м ниже по реке на этом уровне обнаружена чёрная слоёнка, состоящая из неразложившихся зелёных мхов и трав. Над ней залегают косослоистые пески и галечники. В т.н. этот слой залегает на высоте 1,6 м над рекой, в 100 м ниже на высоте 1 м. Радиоуглеродный возраст слоёнки составил  $\geq 46450$  л.н. (ЛУ-6525). Возраст слоёнки, определённый шведскими коллегами составил также  $>48000$  лет. В верхней части разреза органический детрит по данным шведских исследователей имеет возраст  $15310 \pm 85$  л.н. [Möller et al., 2019].

В 500 м ниже по реке на высоте 3-4 м над рекой вскрываются переслаивающиеся серые пески и серые алевритовые пески. Слоистость волнистая, неровная. Эти отложения похожи на толщу обнажения в т.н. 1957. У основания уступа размыва и вверх по склону встречаются обломки раковин морских двустворчатых моллюсков.

В крупнообломочном материале бечевника обнаружены валуны следующего состава: серые долериты (наиболее многочисленные), вишнёвые и белые известняки, песчаники, изверженные зеленокаменные породы, пегматиты – бело-серые валунчики, гранитоиды редки.

**Т.н. 1971** (73°26'41,0"с.ш., 103°27'14,2"в.д., высота по прибору GPS 51 м), 1090 м к с-в (54°) от лагеря №4. Правый склон долины р. Б. Балахни при впадении в неё правого притока р. Сылахардах-Юряге).

Концентрация ртути в почвенном воздухе 21 нг/м<sup>3</sup>.

На правом склоне долины р. Б. Балахни, как и на её левом склоне, множество выходов песков и галечников в виде серых нашлапок, террас и эрозионных останцов (рис. 16). В т.н. на высоте от 25 до 45 м над рекой образована террасовидная нашлапка, эродированная каналами стока талых ледниковых вод. В нижней части этого геологического тела откопан шурф глубиной 0,95 м (до мерзлоты). В нём сверху – вниз вскрываются светло-серые и желтоватые, кварцевые, т/з и м/з пески (рис. 17). До глубины

0,3 м в осадках встречается галька, гравий. Этот обломочный материал сконцентрирован в слое криотурбаций клиновидной формы, хорошо заметный по отсутствию или нарушению им горизонтальной слоистости песков. Кроме того, этот клин имеет другой цвет – светло-коричневый. По-видимому, крупнообломочный материал выталкивается мерзлотным пучение наверх, где на поверхности лежит слоем в одну гальку или в один валун. Вниз по разрезу слоистость чёткая горизонтальная, которая особенно хорошо заметна в нижних 10 см, где на границе с мерзлотой песок более увлажнён (10% по сравнению с 5% выше). ОСЛ-возраст песков с глубины 0,8 м составил  $265,8 \pm 21,1$  тыс. л.н. (RLQG 2037-012).



Рис. 16. Эродированные тела песков и галечников на склоне долины р. Б. Балахни.



Рис. 17. Криотурбации и концентрация крупнообломочного материала на поверхности серых песчано-галечных наслёпок.

Состав валунов примерно тот же, что и в урезе реки в т.н. 1970. В основном это серые долериты, осадочные породы – песчаники. Редко встречены сильно разрушенные гранитоиды (только один обломок размерности мелкого валуна). Окатанность обломков в целом хорошая, есть идеально окатанные гальки, но также и остроугольные плитчатые обломки, расколотые мерзлотными процессами. Хорошо видно, как обломки размером валунов «сплывают» вниз по склону от центра разрушения – более крупного валуна. На поверхности нашлёпки образованы мелкие солифлюкционные терраски, замороженные крупные обломки пород обтекаются мелкозёмом, образуя у валуна ниже по склону углубление. Поверхность также разбита трещинами-понижениями, где концентрируется растительность. Общее проективное покрытие растительностью нашлёпок не превышает 10%.

**Т.н. 1972** (73°26'26,6" с.ш., 103°27'58,8" в.д. высота по прибору GPS 59 м). Тот же склон долины р. Б.Балахни., что и в т.н. 1971 в 1100 м к с-в (65°) от лагеря №4.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 29 нг/м<sup>3</sup>.

Холмистая, спадающая вниз по склону поверхность нашлёпки, сложенная песками и сверху лежащими в одну гальку валунами и гальками. Валунов много и все они движутся вниз по склону. Среди обломочного материала преобладают песчаники, в том числе валун в поперечнике 1 м, другие осадочные породы, серые долериты. Редко встречается мелкая галька сердолика, яшмы, чаще белого кварца.

#### **Переход из лагеря №4 в лагерь № 5 (30 июля)**

**Т.н. 1973** (73°32'14,3" с.ш., 103°31'48,3", высота по прибору GPS 19 м) у тылового шва пляжа). 11,66 км к с-с-в (16°) от лагеря № 4.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 26 нг/м<sup>3</sup>. Но прибор показывал самые разные значения – от 0 до 13 000. Проведено 18 измерений. Последнее включение и 4 измерения дали величину 26 нг/м<sup>3</sup>.

Река в длинной излучине с большим перепадом высот русла образует перекаты и один порог с сильным течением. В этой излучине от точки лагеря № 4 до т.н. серые пески и галечники подходят к реке и образуют серию террас. Даже вторая терраса высотой 8,5 м сложена ими. У подножия уступа размыва в закопше обнажается галечник с песком. На пляже окатанная галька (мелкая и средняя) осадочных и изверженных пород, среди которой попадаются сердолики. Высокая терраса высотой 30-50 м хорошо видна на склоне и протягивается вдоль реки на 2-3 км.

**Т.н. 1974** (73°31'04,7" с.ш., 103°47'04,9" в.д., высота по прибору GPS 26 м) на высоте второй террасы – 10 м). 14,31 км к с-в (41°) от лагеря №4. Вторая небольшая излучина реки, обращённая к югу после выхода реки из Северококорской гряды.

В уступе размыва высотой 20 м по правому берегу хорошо виден контакт сверху залегающих жёлтых песков и нижней серой толщей. Шведские коллеги подошли и объявили серую толщу мореной, т.к. в ней много валунов. Раскопка на высоте 10 м над рекой показала, что серая толща, это галечники, причём пляжевой фации бассейна. Сверху на них залегают желтовато-серые пески из которых и вываливаются валуны, в том числе гранитного состава, которые и обнаруживаются у уреза реки. Гранитные валуны почему-то всегда действуют завораживающе на сторонников ледниковой теории. По их мнению гранитный валун является стопроцентным доказательством существования на месте его находки ледникового щита в прошлом. Высота третьей террасы – по верху песков – 21-22 м.

Ландшафт в долине с подходом галечников и песков к реке резко изменился. Их серые массы залегают во всех террасах, включая и первую. Везде много песка, русло изобилует крупнообломочным материалом. В каждом меандре несколько перекатов и все

с камнями. Глубина реки от 0,2 до 5 м. Перекаты непростые для прохождения лодкой, сидящей в воде на 20-30 см.

### **Лагерь № 5. 30 июля – 03 августа.**

(73°28'34,8"с.ш., 104°10'35,8"в.д., высота по прибору GPS 20 м).

Концентрация ртути в почвенном воздухе 15 нг/м<sup>3</sup>.

**Т.н. 1975** (73°28'11,6"с.ш., 104°11'01,9"в.д., высота по прибору GPS 20 м на первой террасе). 756 м к ю-ю-в (162°) от лагеря № 5. Правый берег р. Большой Балахни. Уступ размыва террасы высотой 29-30 м.

В т.н. на высоте 20 м над рекой произведена попытка раскопать контакт верхних желтоватых песков, залегающих уступом на высоте более 23 м. Обнаружены тёмно-серые почти чёрные, даже сизые, оскольчатые, тонкослоистые глинистые алевриты, иногда содержащие мелкую гальку. Глинистые алевриты перекрываются песками и залегают на песках. Взаимодействие геологических тел сложное в результате сплывов песков и смещения глинистых алевритов. В одной маленькой расчистке глины и гравийно-песчаные отложения залегают на одном и том же уровне. В гравийно-песчаных отложениях множество осколков раковин морских моллюсков. Одна створка сохранилась и определяется как *Hiatella arctica* (?). Взят образец раковин для их определения. Результаты палеонтологического анализа, проведённого палеонтологом А.В. Крыловым, следующие: *Astarte elliptica* (Brown), *Astarte* sp. – 12 обломков раковин, *Hiatella arctica* Linnaeus – 1 поврежденная раковина и 3 обломка раковин.

Пески образуют лежачую складку, что является свидетельством деформации осадка или при его отложении, или в результате склоновых процессов.

На бечевнике залегают множество галек и валунов. Состав пород: серые долериты (большинство), песчаники, аргиллиты, белые известняки, мраморизованные известняки, один хорошо окатанный валун светло-серого гранита, мелкие гальки сердолика.

**Т.н.1976** (73°29'52,1"с.ш., 104°13'33,6"в.д., высота по прибору GPS 13 м) на склоне высотой 17 м над рекой. 2,86 км к с-с-в (23°) от лагеря № 5 вниз по реке. Уступ размыва левого берега реки высотой 25-26 м. В уступе расчисткой вскрыты галечники и пески. Основание расчистки на высоте 17 м над рекой.

Снизу-вверх вскрываются следующие отложения.

17-17,7 м. Переслаивание серых, м/з, кварцевых песков (слои по 10-12 см толщиной) со слоями алевритового песка (2-3 см толщиной), содержащего растительные остатки. Слоистость волнистая, алевритовые пески имеют линзовидные расширения. В песках залегают парные створки раковин морских моллюсков и в прослоях алевритового песка они есть, но в меньшем количестве. Все раковины по определению палеонтолога А.В. Крылова относятся к виду двустворчатого морского моллюска *Macoma baltica* Linnaeus – (3 раковины и 7 обломков раковин).

17,7-17,85 м. То же переслаивание, но больше алевритового песка, в котором много растительных остатков, включая веточки кустарничков. Верхняя граница неровная с углублениями, заполненными вышележащими песком, гравием и мелкой галькой.

17,85 – 18,30 м – переслаивание серых песков и гравийно-галечниковых прослоев – пляжевая фация водоёма. В песках линза растительных остатков толщиной до 10 см. Гальки плоской стороной лежат параллельно напластованию. По данным шведских специалистов радиоуглеродный возраст растительных остатков и раковин моллюсков оказался за пределами, а ЭПР возраст 80,8±8,6 и 81,5±7,0 тыс. л.н. [Möller et al., 2019].

В 250 м выше по реке на холме высотой 18-19 м, на котором с поверхности в одну гальку толщиной лежат обломки осадочных пород, кварца, редко сердолика. Проективное покрытие растительностью 1%. На склоне значительно больше растений (злаки, незабудки, полярные маки, тимьян и др.).

С холма видно, что ниже залегающие отложения состоят из песков и прослоев глинистого алеврита, которые образуют оплывины быстрой солифлюкции.

На бечевнике лежат те же гальки и валуны, что и на песках сверху. Среди них попался выветрелый фрагмент зуба мамонта. На бечевнике виден уровень половодья этого года, который на 2,5 м выше уреза воды в реке в момент наблюдения.

**Т.н. 1977** (73°27'18,3"с.ш., 104°08'28,3"в.д., высота по прибору GPS 13 м), 2,62 км к ю-ю-з (205°) от лагеря № 5 вверх по реке.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 20 нг/м<sup>3</sup>.

Произведены расчистки отложений в склоне над рекой. В них снизу-вверх вскрываются следующие отложения.

5-6 м над рекой. Переслаивание серых песков и песчаных алевритов (от 2 до 10 -15 см толщиной, слой песка мощнее). В песках есть знаки ряби течения.

6-6,6 м. Песок с растительным детритом с наклонным залеганием.

6,6-11 м. Переслаивание песков с прослойками алеврита. Слоистость линзовидная, волнистая, горизонтальная. Вверх слои алеврита увеличиваются по толщине (до 10-15 см). Залегание слоёв нарушенное в результате сплывания осадков по склонам.

Следующая расчистка заложена на уровне 25,5 м над рекой (шведские замеры с уровнем показали высоту 21,5 м).

25,5-26,4 м. В основании расчистки залегает тёмно-серый, тонкослоистый, оскольчатый глинистый алеврит видимой мощностью 0,9 м. Осколки образованы по горизонтальным слоям и вертикальным трещинам. Мерзлотная текстура слоисто-сетчатая с толщиной шпиров-слоёв льда до 2-4 мм. Снизу в мёрзлом состоянии глинистые алевриты имеют сизый оттенок, в талом - серый и коричневатый в результате содержания по слоям мелких растительных остатков. В слое есть ярко-синий минерал (вивианит?) и створки раковин морских моллюсков. Однако створки значительно раздроблены и тонкостенны и при вытаскивании из стенки обнажения разрушаются на множество фрагментов и даже залегают уже в виде фрагментов, но составляющих форму раковины. Верхний контакт с песками чёткий по гравийно-галечному слою. Из нижней половины видимой толщи глинистого алеврита, отобраны образцы. Палеонтологический анализ проведённый А.В. Крыловым показал наличие раковин моллюска *Portlandia arctica* (Gray), обитавшего в умеренно-холодных морских водах межледниковья. ЭПР-возраст глинистых алевритов по раковинам оказался равным 240,7±20,3 тыс.л.н. (RLQG 451-012). ЭПР-возраст моллюсков, проведённый шведскими коллегами оказался равным 430,0±41,3 тыс. л.н. [Möller et al., 2019].

26,4-31,3 м. Переслаивание светло-серых и желтоватых песков с алевритовыми прослоями. На горизонте 2,4 м от подошвы залегает гравийно-галечный слой толщиной до 30 см. На высоте 3,2 м от подошвы – слой растительного детрита чёрного цвета, в котором много тонких прослоев растительного детрита среди песков, и есть линзовидная концентрация слойков растительного детрита. Выше 3,2 м пески заметно деформированы. Общая мощность песков над глинистыми алевритами 5,9 м.

31,3-31,8 м. Дернина коричневого цвета.

Крупнообломочный материал – валуны и галька ползут сверху из песков и редки в разрезе. В глинистых алевритах есть только отдельные гальки.

Специально отрытый и вытащенный из отложений валун показывает, что он лежал выше глинистого алеврита и полз вниз вместе с другими склоновыми отложениями.

Все отложения морские. Нижние глинистые алевриты, вероятнее всего более древние чем вышележащая песчаная пачка.

**Т.н.1978** (73°28'22,2"с.ш., 104°10'25,2"в.д., высота по прибору GPS 21 м), 402м к югу (193°) от лагеря № 5 вверх по реке. Левый склон долины р. Б. Балахни.

Наблюдаются 2 террасы реки: первая высотой 3,3-4 м, шириной до 40 м в лагере, а в.т.н. всего 10-15 м и выше по течению к вершине меандра исчезает вовсе; 3 терраса высотой 19-20 м. Последняя спускается к реке пологим склоном, имея уступ размыва высотой 13-15 м. В этом уступе по эрозионному врезу (оврагу) заложена расчистка-шурф глубиной 1,30 м (до мерзлоты).

Сверху-вниз в ней вскрываются следующие отложения.

0-0,3 м. Серовато-жёлтый, кварцевый, с нарушенной склоновыми процессами слоистостью песок.

0,3-0,5 м. Песчано-гравийно-галечное переслаивание. Верхний контакт неровный, с карманами, нижний – ровный и чёткий. Заполнитель галечника и гравийника – разнородный песок (30-40% по объёму). Галька мелкая, редко крупная, она хорошо окатана и плоской стороной лежит параллельно напластованию или слегка наклонно.

0,5-0,8 м. Переслаивание м/з и с/з песков с алевритовым песком более серого цвета (слои последнего по 1-3 см, слои песка от 10 до 15 см толщиной). Слоистость горизонтальная.

0,8-1,05 м. Галька в песках, как и в слое 2. Верхние 5-7 см слоя и нижние 10 см слоя обогащены галькой, в середине слоя преобладает песок и гравий.

1,05-1,30 м. М/з, желтовато-серый, с линзами и прослоями растительного детрита песок коричневого цвета. Слоистость волнистая. На забое залегает прослой растительного детрита до 1 см толщиной.

Гравий и галька в породе такие же по составу, как и на поверхности, где они залегают слоем в одну гальку.

Пэр Мёллер считает, что это аллювиальные отложения. Но никаких признаков аллювия в осадках не обнаружено. Терраса является эрозионной и сложена прибрежноморскими осадками. Аллювий возможен только в вершине меандра.

**Т.н. 1979.** 1 км к с-з от лагеря № 5. Безымянное озеро длиной до 2 км поперёк меандра, в котором расположен лагерь. Озеро является бывшим спрямлённым руслом реки, что видно по его берегам – крутым террасовидным уступам размыва высотой до 20 м. В этих уступах залегают серые пески и галечники. Высота озера 21 м над уровнем моря по карте. Озеро мелководное, что видно со склона. Полосы мелководий чередуются с более глубокими участками, но его глубина не более 5 м. На мелководье дно выстилают пески и галечники. В урезе воды лежит комель лиственницы толщиной до 25 см у корневой системы. Долина озера явно принадлежит долине р. Б. Балахни.

### **03 августа переход по реке из лагеря № 5 в лагерь № 6.**

#### **Лагерь № 6, 03-10 августа.**

73°30'38,3"с.ш., 104°31'09,8"в.д., высота по прибору GPS 5 м. Пойма по правому берегу р. Б. Балахни перед горой Хара-Хая (Чёрная гора), 11,5 км к с-с-в (71°) от лагеря № 5.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 34 нг/м<sup>3</sup>.

**Т.н. 1980** (73°25'49,9"с.ш., 104°21'22,6"в.д., высота по прибору GPS 23 м). 11,4 км к ю-з (211°) от лагеря № 6 вверх по реке. Самый большой меандр р. Большой Балахни, выдающийся к ю-ю-в. Выход из вершины меандра.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 46 нг/м<sup>3</sup>.

Высота уступа размыва и бровки террасы 20,5 м.

Снизу – вверх в расчистке вскрываются (см. рис. 11б) следующие отложения.

1,0 – 2,6 м. Серые, плотные, горизонтально слоистые песчаные алевриты со слоями более опесчаненного алеврита (рис. 18). Содержание крупнообломочного материала до 15% по объёму, в котором преобладает галька всех размеров, редко мелкие

валуны. Если галька плоская, она лежит параллельно напластованию. В алевритах видна микрослоистость в первые миллиметры, которая проявляется на срезе породы тонким лезвием или при копании на изломах породы (рис. 19). В образце алевритов с высоты 1,2 м обнаружены раковины фораминифер: *Retroelphidium atlanticum* Gud., *Haynesina cf. orbicularis* Brady., *Todinella lenticulare* Gud., *Alabaminoides mitis* Gud. Также в образце обильны растительные остатки и угольная крошка, единичны спикулы и геммулы губок, много янтарных зёрен. Сохранность раковин фораминифер чаще плохая, раковины мелкие и ломаные. Этот аркто-бореальный комплекс микрофауны, формировался в позднеоплейстоценовое время в неблагоприятных условиях смены уровня моря и его неустойчивого солевого режима по заключению микропалеонтолога Н.Ю. Аникиной.



Рис. 18. Слоистый песчаный алеврит, называемый шведскими исследователями субгляциальным тиллом.



Рис. 19. Микрослоистость в «субгляциальном тилле». Карандаш в качестве масштаба.

2,6 – 2,8 м. Хорошо окатанные гальки и мелкие валуны в алеврите. Верхний контакт неровный с микроскладками в кроющих алевритах. Нижний контакт также неровный, из-за чего мощность слоя варьирует от 20 до 30 см.

2,8-2,9 м. Зона контакта при переходе галечника в алеврит, в которой количество галек вверх уменьшается. Шведские коллеги определили все 3 нижние слоя, как субгляциальный тилл с давлением ледника с северо-запада [Möller et al., 2019]. Наше мнение диаметрально противоположное. Отложения представлены слоистыми осадками, а не массивными, как считают шведские исследователи; крупнообломочный материал не превышает 15% по объёму песчаного алеврита; осадки содержат комплекс микрофауны, свидетельствующий о накоплении отложений в морских условиях.

2,9-10,1 м. Горизонтальное и волнистое переслаивание серых песков (от 5 до 30 см толщиной) и более тёмных алевритов с толщиной слоёв от 2 до 30 см. В алевритах есть более мелкая слоистость. На высоте 5 м над рекой залегает прослой песка толщиной от 5 до 30 см, смещённый и деформированный.

На высоте 6,0-6,45 м косое и волнистое переслаивание песка – признаки течения в бассейне. На высоте 7,0-9,1 м переслаивание песков линзовидное, волнистое, особенно заметное по чёрному растительному детриту.

На высоте 9,1-10,2 м серые и тёмно-серые горизонтально- и волнисто-слоистые алевриты.

10,2-14,0 м. Переслаивание тёмно-серых алевритов и песков с гравием и галькой. В основании слоя содержится галька и огромное количество битых и целых раковин моллюска *Hiatella arctica*. Это банка моллюсков толщиной до 15 см. Нижний контакт по галькам, резкий, с угловым несогласием. Слой падает к ю-з под углом 5-8°. Раковины чаще раздавлены, но есть целые створки и парные раковины. Образец алеврита с раковинами, с высоты 10,3 м показал ЭПР- возраст 236,5±19,7 тыс. лет (RLQG 452-012). Радиоуглеродные определения возраста раковин морских моллюсков показали запредельные для метода датировки. ЭПР-возраст раковин по данным шведских коллег составил 228,0±14,0 и 232±19,1 тыс. л.н. [Möller et al., 2019].

По образцу раковин с высоты 12,8 м над рекой (21 м над уровнем моря) проведён палеонтологический анализ А.В. Крыловым. Определены следующие виды морских моллюсков: *Astarte montagui* Dillwyn – 8 целых створок раковин, *Hiatella arctica* Linnaeus – 3 целые створки раковины (представлены для анализа, но этот вид моллюсков доминирует в отложениях).

Выше контакта на 55 см есть слой раковин в алеврите с галькой и гравием. Толщина слоя 10 см и раковин в нём меньше. Там, где слой не зачищен, на его поверхности выступают серые соли. Между двумя прослоями с раковинами есть гравийно-галечный горизонт с чёрным углистым сланцем в виде мелкой гальки, которая по отдельности залегает и выше.

На высотах 11,4-14 м по отдельности есть раковины *Astarte* sp. Они залегают в тонких (по 2-3 см) прослойках серо-жёлтого песка. Количество мелкой гальки и гравия в алевритах составляет 5-10%. Сверху толщу пронизывает песчаная псевдоморфоза по ледяной жиле высотой 1,5 м. Ширина её в верхней части до 50 см, вниз она полностью выклинивается. Контакты с вмещающими алевритами ровные без проникновения песка в алеврит.

14,0-14,5 м. Жёлтые пески, такие же, как и заполняющие псевдоморфозу по ледяной жиле – кварцевые, м/з, деформированные склоновыми и мерзлотными процессами.

В осыпи и на бенче у реки собраны раковины моллюсков для палеонтологических определений, которые выполнил А.В. Крылов: *Hiatella arctica* Linnaeus – 12 поврежденных раковин, *Astarte montagui* Dillwyn – 4 створки раковины, *Buccinum* sp. – 2 поврежденные раковины, *Colus kroeyeri* Muller – 1 поврежденная раковина.

U-Th датировка раковины *Hiatella arctica* из осыпи на бенче показала возраст  $277,5 \pm 104,4$  тыс. л.н. Датирование проведено по внутренней фракции и точность незначительна, что вызвано приближением датировки к пределу датирования.

Среди крупнообломочного материала на бенче (песчаники, алевриты, кварциты, известняки, долериты) попадаются необычные для других обнажений обломки из: светло-серых и жёлтых кораллов, осадочных дочетвертичных пород, в которых содержится множество створок раковин – ракушняка.

В бровке обнажения повсюду выходят пески мощностью до 5 м, они осыпаются и обнажение раскопать невозможно. На самом верху (15 м над рекой, 23 м.н.у.м) под почвой из слоя песков и почвы высыпаются осколки раковин морских моллюсков.

В излучине вниз по течению соотношение алевритов и песков меняется, на одних участках алевриты исчезают вовсе и снова появляются к долганскому кладбищу.

**Т.н. 1981** ( $73^{\circ}30'57,4''$ с.ш.,  $104^{\circ}32'02,3''$ в.д.). 746 м к с-в ( $37^{\circ}$ ) от лагеря № 6 вниз по реке. Левый склон долины р. Б. Балахни. Подножие горы Хара-Хая в вершине излучины.

Концентрация ртути в почвенном воздухе у подножия уступа  $21 \text{ нг/м}^3$ , на бровке уступа в тундре –  $24 \text{ нг/м}^3$ .

Произведены осмотр и расчистки части обнажения, которое тянется вдоль вершины излучины более чем на 1 км. Уступ размыва состоит из фронтальных стенок чаще треугольной формы (фронтонов) и разделяющих их эрозионно-солифлюкционных распадков. Крутизна склона уступа до  $60-70^{\circ}$ , крутизна днищ распадков – до  $35-40^{\circ}$ . Обнажение состоит из 22 фронтонов (рис. 20).



Рис. 20. Обнажение отложений в нижнем течении р. Б. Балахни в т.н. 1981 (гора Чёрная). Вертикальный масштаб немного увеличен для лучшей читаемости изображения. Цифрами обозначены номера фронтонов обнажения, в которых производились расчистки и замеры элементов залегания крупнообломочного материала и складок.

Основные расчистка проведены в т.н. во фронтонах 7 и 8. Высота фронтонов до 38 м, высота террасы до 45 м.

В целом гора сложена тремя пачками отложений снизу-вверх: 1 - серыми волнисто- и горизонтально слоистыми песками и алевритами мощностью 15-20 м, перекрываемыми или чёрными (тёмно-серыми) глинистыми и песчаными алевритами мощностью до 10 м – пачка 2, или верхними жёлтыми песками мощностью от метра до 10-15 м – пачка 3 (см. рис. 11в). Заметная особенность обнажения состоит в том, что нижняя пачка алевритов и песков иногда смята в складки.

Описание расчисток.

Расчистка 1 – верхних тёмно-серых алевритов во фронтоне 7.

Описание сверху-вниз. Верхняя точка расчистки на высоте 37,5 м.

0-1,1 м. Желтовато-серые, м/з, кварцевые пески с линзами гравия и гальки, криотурбированные. Верхние 0,5 м – почва, состоящая из песчаного алеврита. Нижний контакт не ровный.

1,1-8,8 м. Песчаный алеврит и глинистый алеврит серого цвета с большим количеством обломочного материала вверху (до 10%). По центру расчистки расположена песчаная псевдоморфоза по ледяной жиле (рис. 21). Песок из верхнего слоя заполняет жилу шириной 20-25 см и высотой до 3 м. В нижней части псевдоморфоза раздваивается.

Контакт песчаной жилы с вмещающими алевритами ровный без деформаций. Вверху алеврит существенно песчаный, книзу становится более глинистым. Структура оскольчатая, но осколки образуются по горизонтальным микрослоям и вертикальным трещинам. Осадок слоистый. В верхней части пачки есть 2 прослоя песка, деформированного криотурбациями и мелким валуном, который облекается верхним песчаным прослоем с волнистой слоистостью, толщина которого до 4 см. В алевритах обнаруживается явная микрослоистость при их зачистке тонким лезвием. Вниз по разрезу количество крупнообломочного материала уменьшается, алеврит становится более глинистым, оскольчатым. В верхней части расчистки крупнообломочный материал представлен галькой и одним мелким валуном. Крупных валунов в расчистке нет, хотя при раскопке их вынимали из отложений, но это из оползающей части разреза. Валуны поступают сверху и сносятся к подножию обнажения.

На глубине 5,2 м крупнообломочного материала уже меньше – до 1%, и он представлен мелкими гальками. На этой же глубине из разреза извлечена мелкая ветка дерева или кустарника.

На глубине 4,2 м при раскопке расчистки обнаружен один мелкий обломок раковины двустворчатого моллюска.

На глубине 6,6 м в оскольчатых алевритах обнаружен расколотый фрагмент гальки окаменелого дерева, длинной осью, залегающий по напластованию.

На глубине 8,3-8,8 м наблюдается контакт с нижележащими песками с угловым несогласием. Алеврит залегает почти горизонтально, подстилающие пески под углом до 35° падают на юго-запад.



а



б

Рис. 21. Верхняя (а) и нижняя часть псевдоморфозы по ледяной жиле в верхней части расчистки фронтона 7 обнажения 1981.

Верхнюю часть алевритовой толщи и даже всю её Пэр Мёллер считает ледниковыми отложениями и выполнив фабрик-анализ, указал на то, что падение галек ориентировано в основном на ю-в и ю-з, откуда и распространялся ледник. Такое же направление ориентировки длинных осей галек из этой толщи было установлено и нами отдельно. Анализ также показал ю-в и ю-з направление падения галек. Тогда шведские исследователи с досадой интерпретировали этот факт таким образом, что если не с карского шельфа двигался ледник, то с Анабарского плато или с плато Путорана.

В образце 1981/7 (20 м над рекой) обнаружены 4 раковины фораминифер 4-х видов: *Cibicides rotundatus* Stschedr., *Cibicides* cf.sp., *Criboelphidium granatum* Gud., *Cassidulina subacuta* Gud. Также в породе обнаружено много растительных остатков и угольной крошки, единичные спикулы и геммулы губок, зёрна янтаря. Аркто-бореальный комплекс фораминифер формировался в морских условиях в неблагоприятной обстановки смены уровня и солёности водоёма по заключению микропалеонтолога Н.Ю. Аникиной. Таким образом, наличие в осадке фораминифер, обломков раковин морских моллюсков, янтаря, спикул губок, слоистость отложений, незначительное содержание крупнообломочного материала (1-10%), псевдоморфозы по ледяной жиле свидетельствуют о формировании осадка в бассейне, скорее всего, в морском бассейне и последующем его промерзании.

8,8 – 10 м. Пески, переслаивающиеся с алевритом, смятые в лежащие складки.

Далее осыпь, которую раскопать невозможно.

Нижняя расчистка выполнена на другом склоне распадка – во фронте 8 (рис. 22). Там снизу- вверх вскрыты.

0-3,5 м. Бенч реки с аллювием и осыпь со склона.

3,5-16 м. Пески и алевритовые пески, горизонтально, волнисто и линзообразно переслаивающиеся между собой. Пески т/з и м/з, кварцевые, хорошо сортированные. В алевритовых слоях наблюдаются скопления растительного детрита. До высоты 16 м слоистость горизонтальная, залегание нормальное. Выше толща перемята в складки, вплоть до самой высокой точки обнажения – 37 м над рекой. Тёмно-серых алевритов, как в противоположном склоне распадка (в 25 м выше по течению реки) нет. Отобранный с высоты 9 м над рекой песок показал ОСЛ-возраст  $196,1 \pm 15,8$  тыс. л.н. (RLQG 2038-012). ОСЛ-датировки песков, выполненные шведскими коллегами в интервале высот от 2 до 12 м от уровня воды в реке составили от 100 до более 153 тысяч лет [Möller et al., 2019], что противоречит как самим этим датировкам, так и датировке 196 тысяч лет с высоты 9 м. (см. рис. 11в).



Рис. 22. Нижняя часть разреза т.н. 1981 во фронте 8.

Расчистка в 316 м выше по течению (фронтон 16) от основной расчистки показала другой характер слоистости песков в основании обнажения. Там вскрываются следующие отложения.

0,5-1,9 м выше уреза воды в реке. Горизонтальное переслаивание серых песков и алевритов.

1,9-5,0 м. Косые серии песков по 20-30 см толщины, переслаиваются со слоями с волнистой слоистостью. Выше снова горизонтальное переслаивание песков и алевритов.

Верхние пески, которые вскрыты расчисткой 1 (с песчаной псевдоморфозой по ледяной жиле) ниспадают по распадку фронта 5. Там они спускаются по склону распадка до уровня 20 м над рекой, но видно, что слои ниспадают вниз по склону (деформированы и оползли). В этих песках наблюдается волнистая, линзовидная слоистость, включения растительного детрита и двустворчатых раковин морских моллюсков. Растительный детрит содержится в виде линзочек-слоёв толщиной от нескольких мм до 3-4 см. Из такого слоя с высоты 35 м над рекой взят образец плотной тёмно-серой массы растительных остатков. Радиоуглеродный возраст остатков составил  $\geq 47850$  л.н.(ЛУ-6523). Также отобрана в качестве образца ветка дерева, найденная чуть ниже на склоне. Выше жёлтых песков есть ещё слой толщиной 0,5 м, в котором горизонтально переслаиваются коричневый и серый алеврит. Но и этот прослой, как и нижележащие пески деформирован и наклонён.

Слой песчаного алеврита тёмно-серого – серого цвета залегает в остром гребне останца во фронтоне № 22. Это плотная, сухая, микрослоистая и макрослоистая порода. Прослой песка толщиной до 1 см горизонтально протягивается в расчистке на несколько метров (рис. 23).



Рис. 23. Песчаный алеврит с горизонтальной слоистостью, обломками раковин морских моллюсков во фронтоне 22 обнажения т.н. 1981.

В песчаном алеврите содержится больше обломков раковин морских моллюсков, чем в расчистке 1 основного обнажения. ЭПР-возраст раковин и вмещающих их алевритов составил  $170,6 \pm 14,5$  тыс. л.н. (RLQG 453-012). Кроме обломков раковин моллюсков на морское происхождение алевритов указывает тонкая корка солей, покрывающая высохшие части естественного обнажения и которая обнаруживается в трещинах между блоками алеврита. В целом многие части разреза покрыты налётом серых солей, что, вероятно, и притягивает на гору овцебыков и оленей.

Складчатость в переслаивающихся песках и алевритах имеет место на двух отрезках более чем километровой по протяжённости вдоль реки обнажения: на отрезке длиной 30 м во фронте 7 и на отрезке длиной 120 м во фронте 13. Также складчатые структуры ограничены и по высоте – 16-37 м над урезом воды в реке.

Произведены замеры падения осей складок в обнажении во всех склонах, где они имеются.

Главная расчистка, склон, ориентированный на запад фронта 8.

ЮВ -240°, угол падения 45°

ЮЗ – 190°, угол падения 35°

ЮЗ - 230°, угол падения 30°,

З-270°, угол падения 30°,

ЮЗ-240°, угол падения 20°,

СЗ 320°, угол падения 34°

Главная расчистка склон, обращённый на юг (склон распадка)

С - 0°, угол падения 50°

Главная расчистка, фронтон 7, склон распадка, обращённый на восток

З -280°, угол падения 10°,

З - 270°, угол падения 40°

Фронтальный склон обращённый на юг фронта 8, главная расчистка

СЗ - 300°, угол падения 20°,

СЗ - 330°, угол падения 15°,

СВ - 20°, угол падения 20°,

СВ - 15°, угол падения 2°,

ЮЗ-205°, угол падения 24°.

Фронтон 13 (рис. 24) в 224 м ниже по течению от главной расчистки во фронте 8.

Склон распадка между 12 и 13 зубцами, обращённый на запад

СЗ-330°, угол падения 26°,

ВЮВ-100°, угол падения 18°,

ЮЮЗ-215°, угол падения 40°.

Зубец 14, фронтальный склон, обращённый на юг

ЮЮЗ-210°, угол падения 32°,

СВ-20°, угол падения 22°,

ЮЮЗ-210°, угол падения 5°,

ССВ-35°, угол падения 5°.

Также замерена ось лежащей складки в фронтальном склоне фронта 12

СЗ-310°, угол падения  $\pm 5^\circ$ .



Рис. 24. Складки во фронтоне зубца 13 обнажения горы Чёрной.

Замеры падения осей складок показали, что они ориентированы в самых разных направлениях даже в пределах одного фронта, что зависит от ориентировки склонов. Т.е. если на фронтоне, обращённом к реке ориентировка одна, то за «углом фронта» складки имеют другую ориентировку. Данные замеров, таким образом, свидетельствуют о постседиментационной складчатости осадков на склонах и использование ориентированности складок для определения давления извне (со стороны предполагаемого шведскими коллегами ледника с карского шельфа или со стороны Анабарского плато) не представляется возможным. По данным шведских коллег ориентировка осей складок указывает на направление давления ледника с ю-з, т.е. от плато Путорана, или с ю-в – от Анабарского плато (рис. 25). Однако разнонаправленность падения как галек, так и осей складок явно свидетельствует о других закономерностях и механизмах формирования складок, даже в случае очень избирательного выбора складок для измерения элементов их залегания.

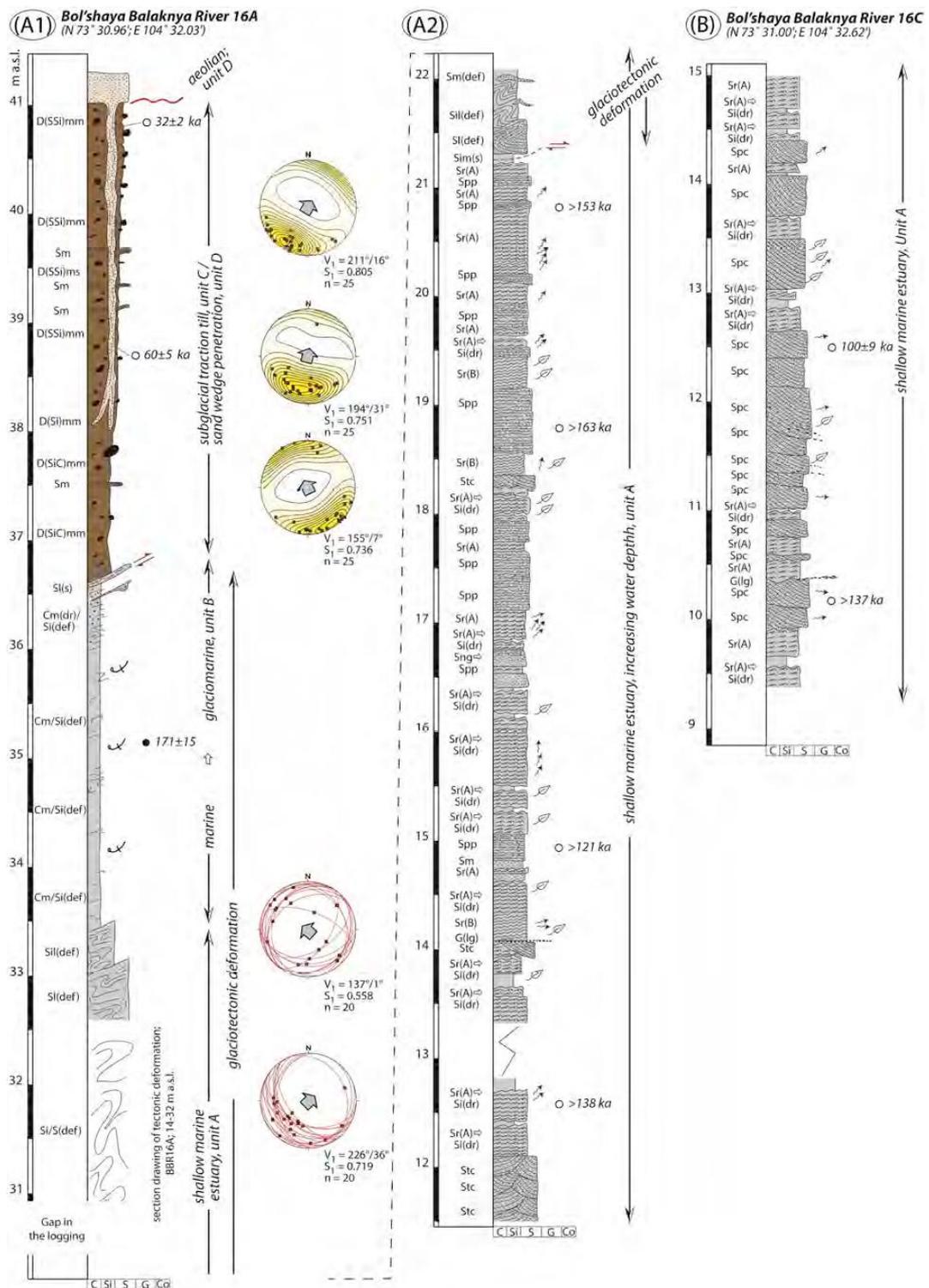


Рис. 25. Разрез четвертичных отложений горы Чёрной по данным шведских исследователей [Möller et al., 2019]. Круговые диаграммы сверху указывают на направление движения ледников по данным изучения ориентировки направления падения удлинённых галек, диаграммы внизу указывают на гляциотектонические складчатые деформации, вызванные давлением ледников с ю-з и ю-в.

У подножия обнажения горы Чёрной на бечевнике среди песков и алевритов лежит множество валунов и галек самых разнообразных пород. Среди них опознаны: серые и желтоватые песчаники; тёмно-серые алевролиты; серые, тёмно-серые, желтоватые известняки с прожилками и включениями кальцита; светло-серые и розовые граниты

(небольшие единичные валуны); серые долериты, неопределённые изверженные породы, в которых есть чёрный стекловатый минерал, вероятно кварц, светло-зелёный, как бутылочное стекло минерал, и серый кварц. Необычно и характерно именно для этого обнажения то, что в обломках попадает много окаменелого дерева, гальки из которого встречены в самом разрезе верхних серых глинистых алевритов. Редко встречаются мелкие гальки яшмы и сердолика.

**Т.н. 1982** ( $73^{\circ}27'12,5''$ с.ш.,  $104^{\circ}21'30,8''$ в.д. высота по прибору GPS 1 м ). На выходе реки из излучины в 2,5 км ниже по течению т.н. 1980, под долганским кладбищем.

Здесь в уступе размыва высотой 13 м (бровка террасы имеет высоту 15-16 м над рекой) чётко видны складки в переслаивающихся серых алевритах, описанных в т.н. 1981 (Рис. 26).



Рис. 26. Складки в обнажении песков и алевритов в т.н. 1982 под долганским кладбищем.

Замеры направлений падения осей складок.

ЗЮЗ-260°, угол падения 10°,

З-270°, угол падения 20°,

ЮЗ-220°, угол падения 4°,

СВ-10°, угол падения 12°,

С-5°, угол падения 4°,

ЮЗ-240°, угол падения 10°,

СЗ-250°, угол падения 50°,

В-90°, угол падения 7°,

ЗЮЗ-260°, угол падения 10°,

З-280°, угол падения 4°,

СВ-20°, угол падения 18°,

СЗ-290°, угол падения 3°,

ЮЗ-245°, угол падения 20°,

ВСВ-60°, угол падения 10°,

З-270°, угол падения 18°,

ЮЗ-220°, угол падения 22°.

Склон обнажения, в котором замерялись элементы залегания складок обращён к западу. Шведские исследователи, проведя анализ ориентировки осей складок решили, что их сформировавшее давление было направлено с ю-ю-в ( $160^{\circ}$ ). Деформации в виде складок имеют место только в районе кладбища, их протяжённость 20-25 м вдоль реки

На уровне 14 м над рекой расчищен разрез, в котором сверху- вниз вскрываются следующие отложения.

0-10 см. Осыпавшийся жёлтый песок с галькой.

10-75 см. Переслаивание алевритового песка в разных пропорциях и песка коричневого цвета.

75-90 см. Галечно-гравийно-песчаный прослой с содержанием песка до 50% по объёму. Слоистость в песках горизонтальная.

90-130 см. Серый и желтовато серый песок, переслаивающийся с гравийно-песчаными прослоями. Гальки в слое до 15% по объёму.

130-175 см. Серый глинисто-песчаный алеврит, в верхней части слоистый, в нижней слоистость заметна хуже. Верхняя граница ровная. В алеврите содержится столько же гальки, сколько и в вышележащем песке. Гальки лежат беспорядочно на первый взгляд. Отдельные гальки облекаются алевритом – облекающая слоистость. Слой залегает с угловым несогласием на нижележащих алевритах. Нижний контакт уходит резко вниз в сторону склона.

На склоне под расчисткой найдены фрагменты раковины гастроподы.

Расчистка 2 выполнена с другой стороны уступа размыва. Её вершина располагалась на высоте 16-17 м, т.е. выше, чем расчистки 1.

В ней сверху-вниз вскрываются следующие отложения:

0-40 см. Криотурбированный жёлтый песок с галькой в один слой.

40-110 см. Галечно-песчаный слой в котором песка и гравия меньше 50%. Галька угловатая, хорошо окатанных галек, как на поверхности, меньше. Сортировка крупнообломочного материала пляжевая.

110-170 см. Серые линзовидно-волнисто-слоистые, м/з пески.

Лав Дален на бенче нашёл аммонита размером 12 см и кость, вероятно, бизона.

.

### **10 августа. Переход между лагерями 6 и 7 по р. Б. Балахне.**

**Т.н. 1982а** (73°30'07,5"с.ш., 104°41'26,6"в.д.), 6,3 км к в-ю-в от лагеря 6 вниз по реке. Левый берег, первая терраса высотой 3-3,5 м, окончание бывшего спрямлённого участка р. Б. Балахни (от вершины широкой изометричной излучины, обращённой к ю-в, до т.н.), который был оставлен рекой и в нём образовалось озеро-старица в виде подковы. Лав Дален на дне озера обнаружил множество черепов оленей и было предположение, что это следы стоянки древних охотников. Позже выяснилось, что это следы современных охотников, которые складывают черепа убитых оленей на лёд озера, чтобы не загрязнять тундру.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 20 нг/м<sup>3</sup>.

Терраса сложена песком и растительным детритом.

**Т.н. 1983.** 11 км к востоку от т.н. 1982. Правый берег р. Б. Балахни, вторая терраса высотой 8-9 м. В уступе размыва террасы обнажаются серо-жёлтые пески и растительными остатками, которые в верхнем метре осадка отчётливо видны в виде лент переслаивания с песками. Ниже по реке таких отложений много во второй террасе, наряду с более древними песчано-галечными отложениями, которые также слагают вторую и более высокие террасы р. Б. Балахни. Очевидно, что низкие террасы реки слагаются как морскими отложениями, так и речными.

**Т.н. 1984** (73°36'57,4"с.ш., 105°26'13,3"в.д.), в 6 км ниже впадения р. Арылах, левый берег, первая терраса высотой 3,5 – 4 м, сложенная коричневой слоёнкой и песками. Вторая терраса на удалении ширины первой террасы (200-300 м), высотой 10-12 м

сложена желтовато серыми песками и галечниками, которые сносятся в реку и русло изобилует валунами и галькой.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 22 нг/м<sup>3</sup>.

В короткой крутой излучине, обращённой на запад, ниже впадения р. Арылах в реке образованы порог и перекаты. Здесь вторая терраса реки сложена серыми песками и галечниками, которые и сносятся в русло. Серые нашлёпки морских песков здесь располагаются на уровне речных эрозионных террас.

Настоящая слоёнка, представленная пластами растительного материала (зелёные мхи и травы), встречена в бровке второй террасы высотой 6-7 м при прохождении правого протока вокруг 3,5 - километрового острова перед впадением р. Бугля.

#### **Лагерь № 7. 10 – 15 августа.**

73°39'33,3"с.ш., 105°49'48,4"в.д., высота по прибору GPS - 2 м. Пойма по левому берегу р. Б. Балахни в месте впадения левого притока – р. Бугля. 44,3 км к с-в (68°) от лагеря №6.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 14 нг/м<sup>3</sup>.

Река с шириной русла до 150 м, скорость поверхностного течения 0,6 м/с. Пойма, на которой стоит лагерь высотой 2-2,5 м, шириной до 25 м, поросла ивняком по песчаной поверхности. Первая терраса с высотой бровки уступа размыва 7-8 м. Тыловой шов поймы сложен песком и гальками, вымываемыми из первой террасы, которая является эрозионной и сложенной песчано-галечными отложениями бассейнового происхождения.

**Т.н. 1985** (73°37'05,8"с.ш., 105°38'14,5"в.д., высота по прибору GPS - 9 м). 7,57 км к ю-з (217°) от лагеря №7. Протока р. Б. Балахни., огибающая большой остров длиной до 5 км, с юга.

Река подрезает склон возвышенности с высотной отметкой по карте м-ба 1:200 000 в 135 м. В т.н. протока заполнена водой, но в других местах протока пересохла. По правому берегу протоки развиты пойма высотой 2,5 м, поросшая кустарником ивы, и первая терраса, высотой 5-7 м, сложенная песком с полигональной поверхностью тундры, очень ровной и плотной, на которой часто встречаются фрагменты древесины – от веток до корневых частей стволов диаметром явно большим по сравнению с произрастающими ныне кустиками ивы. Третья терраса высотой 13-15 м повышается вверх по протоке и в т.н. уступ размыва имеет высоту 13 м, а бровка террасы – 15 м. В уступе вскрываются тёмно-серые глинистые алевриты и глины (см. рис. 11г), которые вызывают сплывы быстрой солифлюкции с зеркалами скольжения, валами и языками, заканчивающимися прямо в реке (рис. 27).

Сверху на глинах залегают серовато-жёлтые пески с галькой. Кровля глин меняет высоту залегания над рекой. В т.н. она залегает до высоты 10 м над рекой. В расчистке на высоте 2,5-3 м над урезом воды в протоке (обсохший водоём) вскрыты тёмно-серые глинистые алевриты и глины, которые имеют микрослоистость и оскольчатую текстуру, которая в горизонтальной плоскости как раз и является отдельностью по слоям. Шведские исследователи называют текстуру глин массивной. Глины содержат редкие гальки, остатки древесины и много створок раковин морских моллюсков. В сборах доминирует двустворка вытянутой формы, размером до 2-3 см (*Portlandia arctica* Gray). Из разреза взяты только образцы данного вида раковин. Но в солифлюкционных оплывинах встречен комплекс раковин, включая *Mytilus edule*, *Astarte* sp., крупные гастроподы размером до 8-10 см.

Из расчистки с высоты 2,5-2,7 м отобраны образцы: 1985/1 – глины с раковинами на ЭПР-анализ; 1985/2 – глины для выявления микрофауны и диатомовых водорослей; 1985/3 – рыжеватая древесина. Образец 1985/4 – фауна моллюсков со склонов и у подножия уступа размыва в самой т.н. и на подходе к ней. Обр. 1985/5 – раковины и их фрагменты только с поверхности солифлюкционных сплывов глин. Образец 1985/6 – соли

с незачищенной стенки обнажения. Образец 1985/7 – рыжая древесина из сплывов. ЭПР-возраст моллюсков *Portlandia arctica* с высоты 2,5-2,7 м составил  $104 \pm 8,9$  тыс. лет (RLQG 454-012), шведскими исследователями получены три ЭПР-датировки:  $104,5 \pm 8,9$ ,  $101,0 \pm 8,7$ , и  $100,5 \pm 12,0$  тыс. лет [Möller et al., 2019].

Датирование раковин, собранных на солифлюкционных сплывах (обр. 1985/5) U-Th методом показало возраст 27-36 тыс. л.н. (ЛУ-584а). По данным аналитиков отношение  $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$  раковины сильно загрязнены детритом в постседиментационный период. Поэтому, вероятно, имеется большое расхождение в результатах датирования разными методами.



Рис. 27. Солифлюкционные сплывы по морским глинистым алевритам в т.н. 1985.

Образец, отобранный со склона уступа размыва и у его подножия (с высоты 0-5 м над рекой, 4-9 м над уровнем моря), по данным А.В. Крылова содержал следующие виды морских моллюсков (рис. 28): *Buccinum glaciale* Linne -1 поврежденная раковина; *Neptunea heros* Gray – 1 поврежденная раковина; *Euspira pallida* Broderip & Sowerby – 7 поврежденных раковин; *Cryptonatica clausa* Broderip & Sowerby – 4 поврежденные раковины; *Amauropsis islandicus* (Gmelin) – 4 поврежденные раковины; *Macoma baltica* Linnaeus – 10 разрозненных створок раковин и 4 замка раковин; *Portlandia arctica* Gray – 11 целых раковин с обоими створками, 4 поврежденные разрозненные створки, 2 поврежденные раковины; *Astarte montagui* Dillwyn – 4 створки раковины; *Astarte broweri* Meek – 1 раковина; *Astarte soror* Dall (по некоторым данным, являющаяся синонимом *Astarte montagui* Dillwyn, однако представляющая собой более древнюю тонкостенную форму) – 4 створки раковин; *Propebella reticulata* (Brown) –1 раковина.

Многочисленные раковины: *Portlandia arctica* и *Macoma baltica* свидетельствует об умеренно-холодных водах межледниковья, в которых формировались осадки, содержащие раковины моллюсков из этой пробы.



Рис. 28. Отмытые на сите раковины морских моллюсков из образца 1985/4: *Portlandia arctica* Gray, *Euspira pallida* (Broderip & Sowerby), *Cryptonatica clausa* (Broderip & Sowerby), *Buccinum glaciale* Linne, *Amauropsis islandica* Gmelin, *Mytilus edule* Linnaeus, *Neptunea soluta* (Heermann), *Neptunea heros* Gray.

Образец 1985/5 – раковины с поверхности солифлюкционного сплыва, с высоты 4 – 5 м над рекой (8-9 м над уровнем моря) из тёмно-серых глинистых алевролитов содержал раковины морских моллюсков следующих видов: *Buccinum undatum* Linne - 1 поврежденная раковина; *Buccinum glaciale* Linne – 1 поврежденная раковина; *Neptunea heros* Gray – 3 поврежденные раковины; *Neptunea* sp – 2 обломка раковин; *Euspira pallida* Broderip & Sowerby – 2 поврежденные раковины; *Cryptonatica clausa* Broderip & Sowerby – 2 поврежденные раковины; *Mytilus edule* Linnaeus – 2 поврежденные створки раковины и 1 замок раковины; *Macoma baltica* Linnaeus – 1 целая раковина с обеими створками; *Hiatella rugosa* Linnaeus – 2 поврежденные створки раковины; *Portlandia arctica* Gray – 1 целая раковина с обеими створками, 1 разрозненная створка. *Astarte broweri* Meek - 1 раковина. Многочисленные раковины *Portlandia arctica* и *Macoma baltica* свидетельствуют об умеренно-холодных водах межледниковья, в которых формировались эти осадки, а находка моллюсков *Hiatella rugosa* и *Mytilus edule* атлантического происхождения (первая форма является ещё и теплолюбивой) и ныне не обитающих в этом районе, свидетельствуют, о том, что отложения содержащие эти остатки моллюсков откладывались в сравнительно тёплых условиях.

Список моллюсков из разреза 1985, собранных иностранными участниками экспедиции и определённые А.В. Крыловым: *Sipho latericeus* (Muller), *Neptunea heros* Gray, *Buccinum glaciale* Linne, *Macoma baltica* Linnaeus, *Portlandia arctica* Gray, *Amauropsis islandicus* (Gmelin), *Cryptonatica clausa* (Broderip & Sowerby), *Euspira pallida* (Broderip & Sowerby), 9. *Mytilus edule* Linnaeus, *Neptunea vinosa* (Dall), *Neptunea soluta* (Heermann).

Находки моллюсков в таком комплексе свидетельствуют в пользу условий формирования этих отложений в области умеренного климата. Образец 1985/1 отобран с высоты 2,5 – 2,7 м над рекой для определения микрофауны. Но фораминифер в нём не обнаружено. Есть много растительных остатков, редкие угольные зёрна, единичные зёрна янтаря, единичные центрические диатомовые водоросли. 11 образцов для определения

микрофауны также были собраны шведскими коллегами, но и они оказались без фораминифер [Möller et al., 2019].

**Т.н. 1986** (73°37'17,9"с.ш., 105°39'02,8"в.д., высота по прибору GPS – 2 м), 7,01 км к юз от лагеря № 7. Тот же уступ размыва, но сложенный в основном серо-жёлтыми песками. На высоте 8 м над рекой открыта расчистка до мерзлоты, в которой слои песка падают вниз по склону. В песках есть осколки раковин морских моллюсков. Контакт с глинами примерно на высоте 3 м над рекой, но это контакт по перемещённым по глинам пескам.

**Т.н. 1987** (73°37'20,4"с.ш., 105°39'06,3"в.д., высота по прибору GPS – 5 м), 82 м вниз по течению от т.н.1986, через самую большую долину ручья, рассекающую уступ размыва третьей террасы. Контакт нижезалегающих глин с песками расположен на высоте 2,5 м над рекой. Контакт неровный, т.к. пески наваливаются по склону на глины и истинный контакт в уступе размыва не откопать нигде. В 3,5 м над рекой удалось откопать расчистку, в которой пески имеют нормальное (не наклонное по склону) залегание. В расчистке вскрыты м/з, кварцевые, желтовато-серые пески, переслаивающиеся с гравийными и галечными прослоями, имеющими толщину до 20 см.

В одном из прослоев встречено линзовидное скопление растительных остатков – веток кустарничков с корневыми системами – оторвавшийся массив дернины, перемещённый к урезу воды реки, озера или моря. В этом же гравийно-галечном прослое есть раковины морских моллюсков. В образце 1987/4 из песков с высоты 3,5 м над рекой (7,5 м над уровнем моря) палеонтологом А.В. Крыловым определены 67 целых раковин и 24 обломка раковин моллюска *Macoma baltica* Linnaeus – морского двустворчатого моллюска, обитавшего в верхней части шельфа распространённого в умеренно-тёплых и холодных водах плиоцена - плейстоцена северного полушария. ОСЛ- возраст песков этого горизонта оказался равен  $41,2 \pm 3,2$  тыс.лет (RLQG 2039-012). Ветки из линзы в галечно-гравийно-песчаном прослое датированы радиоуглеродным методом и их  $^{14}\text{C}$  возраст оказался равным  $41870 \pm 1440$  л.н. (ЛУ-6523), что практически совпало с ОСЛ-возрастом вмещающих песков.

«За углом» - в 40 м выше по течению от т.н., в устье долины, рассекающей уступ размыва, в расчистке шведских коллег высотой 2,5 м пески представлены косыми сериями, горизонтальными и волнистыми разностями. Это был периодически проточный бассейн, в котором происходило накопление песков. Раковины морских моллюсков *Portlandia arctica* по данным шведских коллег показали ЭПР-возраст  $122,3 \pm 14,5$  и  $123,0 \pm 14,6$  тыс.лет [Möller et al., 2019]. Т.е. пески обнажения 1987 и пески обнажения шведских исследователей, залегающих практически на одном уровне (3-4 м над рекой, в 40 м друг от друга) имеют существенно разный возраст. Первые относятся к каргинской ингрессии, вторые к казанцевской трансгрессии.

Для песков, залегающих с размывом на глинах возрастом 101-105 тыс. лет, каргинский возраст вполне приемлем. Но возраст песков в 122-123 тыс. лет, залегающих на глинах возрастом в 101-105 тыс. лет не выглядит правильным. Шведские исследователи посчитали, вероятно, правильно, что раковины морских моллюсков переотложены в каргинские флювиальные отложения, из которых они также получили ОСЛ-датировки в 42 и 45 тысяч лет [Möller et al., 2019]. Пока не ясно откуда переотложены раковины моллюсков возрастом 122-123 тысячи лет, т.к. подстилающие морские алевриты с многочисленной фауной моллюсков датированы возрастом 101-105 тысяч лет. Так как таких ЭПР-датировок получено 4, и они не противоречат друг другу, в данном случае выводы о стратиграфическом положении вскрытых слоёв следует основывать именно на них и считать, что достаточно тепловодный морской бассейн существовал в этом районе полуострова 100-105 тыс. лет назад, его осадки были впоследствии размывы и на них откладывались отложения каргинского проточного бассейна. Нельзя исключить возможности сохранения в этой сложной толще, хотя бы и

залегающей в одном месте, остатков казанцевских морских песков с раковинами, датированными возрастом 122-123 тыс. лет.

**15 августа** – эвакуация исследовательской группы в пос. Хатанга. Полёт на вертолёте из места лагеря № 7 до устья р. Большой Балахни. Повсюду в долинах реки и её притоков залегают серые нашлапки песков, которые иногда вскрываются рекой в виде обнажений в уступах размыва высотой до 10-12 м. Глин нигде не видно, т.к. отсутствуют солифлюкционные сплывы по ним. Возможен проход на лодках по самой крайней правой системе проток дельты р. Б. Балахни. И в дельте, и по её краю в уступах размыва выходят те же самые серовато-жёлтые пески, которые описаны в последних точках наблюдений (рис. 29).

Пролёт над пос. Новорыбным, в котором в уступе размыва выше самого посёлка довольно плохо обнажаются серая (белесоватая) толща внизу и накрывающие её сверху жёлтые пески. Эти пески характерны для всех обнажений вплоть до пос. Хатанга.



Рис. 29. Низовья р. Б. Балахни с эстуарно-морскими песками на склонах притоков и самой долины реки.

## **2. Облёт центральной части полуострова Таймыр**

Облёт центральной части п-ова Таймыр произведён с целью отбора образцов из крупных валунов, залегающих на вершинах гряд (предполагаемых ледниковых гряд) и определения возраста их выхода из-под ледника бериллиевым методом (космогенный изотоп  ${}^7\text{Be}$ ). Второй целью маршрута являлась газортутная съёмка, третьей целью – описание отложений, слагающих гряды и отбор из них образцов четвертичных отложений. Маршруты полётов с посадками показаны на рис. 30.

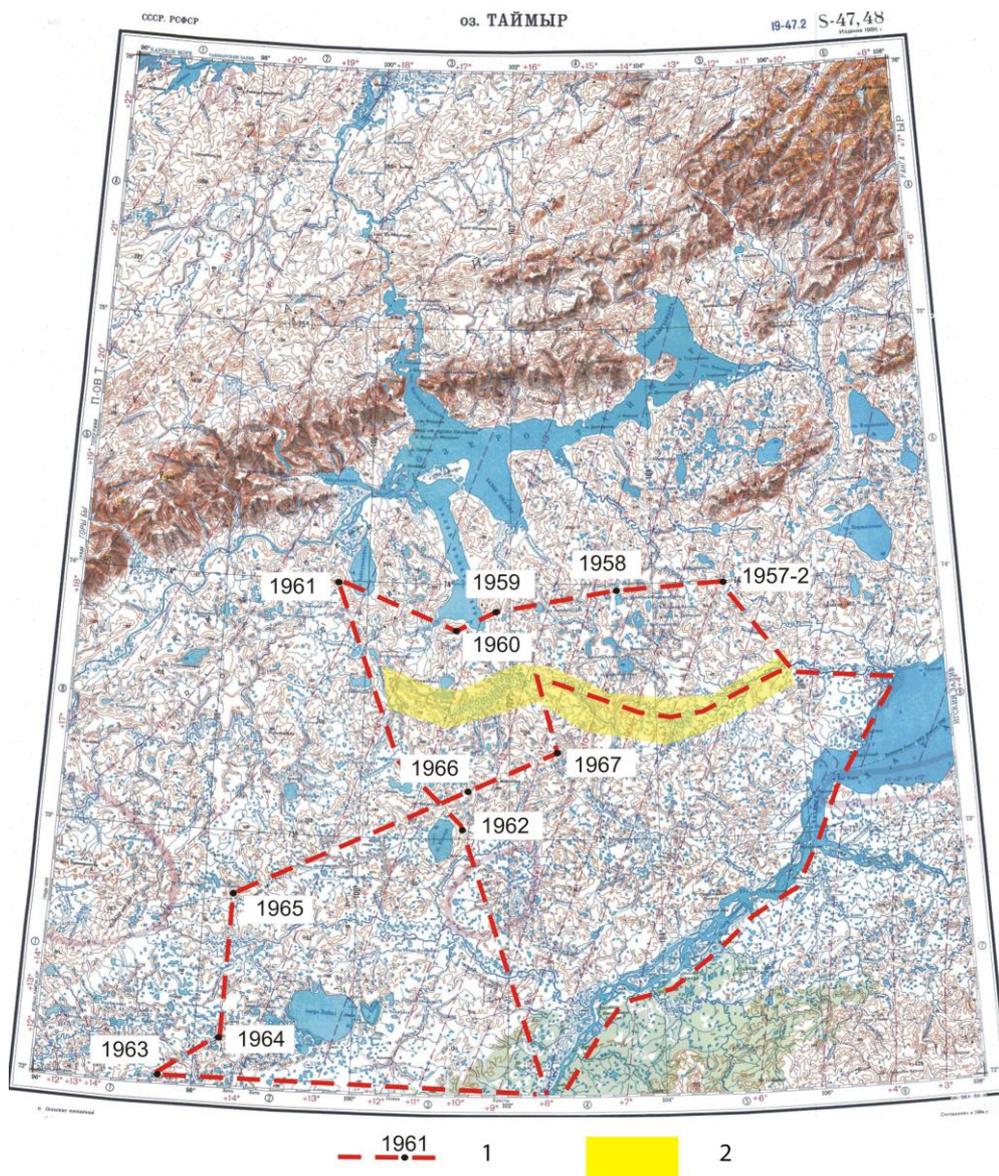


Рис. 30. Карта полётов над центральной частью п-ова Таймыр в экспедиции 2010 г. Условные обозначения: 1 – маршрут полётов с точками посадок и номерами т.н., 2 – лодочный маршрут по р. Б. Балахне.

**Т.н. 1957-2** ( $73^{\circ}58'59,5''$ с.ш.,  $104^{\circ}52'18,2''$ в.д., высота по прибору GPS 81 м). Концентрация ртути в почвенном воздухе  $21 \text{ нг/м}^3$ . Т.н. расположена на склоне крутизной  $2-3^{\circ}$  ниже водораздела на 20-30 м. Валун размером 2 м в поперечнике состоит из серого долерита (рис. 31). Из него алмазным диском вырезаны образцы для проведения бериллиевого анализа.

В полёте между т.н. наблюдался пологоувалистый рельеф с пологими склонами и V-образными долинами с крутизной склонов в первые градусы. На склонах широко распространены серые нашлапки, которые сложены галечниками и песками.

**Т.н. 1958** ( $73^{\circ}58'07,0''$ с.ш.,  $103^{\circ}28'22,7''$ в.д., высота по прибору GPS 115 м), 80,81 км к з-с-з по азимуту  $295^{\circ}$  от устья р. Бугли, впадающей слева в р. Б. Балахню. В 1,5 км к с-з от т.н. стоит геодезический сигнал, который метров на 20 выше т.н. К югу от т.н. расположено довольно крупное озеро.

Концентрация ртути в почвенном воздухе  $39 \text{ нг/м}^3$ .

В закопаше, пройденной на глубину до 0,65 м (до мерзлоты), сверху залегают галечники, гравийники и пески в виде заполнителя. Вниз увеличивается количество песка и наблюдается переслаивание галечников и гравийников. Гальки преимущественно хорошо окатаны, иногда имеют на поверхности налёт белых или серых солей. С глубины 0,6 м отобран образец песка с гравием, ОСЛ-возраст которых оказался равным  $79,8 \pm 6,3$  тыс. л.н. (RLQG 2035-012).

В т.н. отобран образец из валуна долерита. В полёте между т.н. видно, что пляжевая фация морских отложений (серые нашлапки) состоит местами из песков, местами из галечников. Все озёрные котловины характеризуются мелководной подводной террасой шириной 10-30 м, окаймляющей озёра по периметру, и с более глубоководной центральной частью.



Рис. 31. Валун долерита в т.н. 1957-2 с приготовлением выпиливания из него образцов для анализа содержания в камне космогенных изотопов хлора и берилия.

**Т.н. 1959** ( $73^{\circ}50'18,1''$ с.ш.,  $101^{\circ}50'30,5''$ в.д., высота по прибору GPS 132 м), гряда к югу от залива Байкуранеру в 126,18 км к з-с-з по азимуту  $277^{\circ}$  от устья р. Бугли, выпадающей слева в р. Большую Балахню.

Концентрация ртути в почвенном воздухе  $17 \text{ нг/м}^3$ .

Нашлапка серых сверху галек и плиток осадочных пород. На поверхности галек образован довольно толстый (первые мм) налёт белых солей. В закопаше глубиной 0,95 м (до мерзлоты) сверху залегают галечник мощностью 15-20 см. Ниже обнажаются желтовато-серые пески, практически без крупнообломочного материала. Пески горизонтально-слоистые с прослойками растительного детрита, количество которого увеличивается вниз, где он залегают в виде линз. С глубины 0,7 м отобран образец песка, ОСЛ возраст которого оказался равным  $74,0 \pm 5,9$  тыс. (RLQG2036-012).

В полёте к следующей точке замечено, что пески иногда белёвые от налёта солей. В полёте по дуге гряды к югу от залива Байкуранеру замечено, что все озёра глубоки в центральных частях, а вдоль берега образована довольно узкая полка подводной террасы глубиной до 1 м. По берегам озёр есть крупнообломочный материал.

**Т.н. 1960** ( $73^{\circ}47'44,8''$ с.ш.,  $101^{\circ}10'13,4''$ в.д. высота по прибору GPS 131 м), гряда к югу от залива Байкуранеру в 146,54 км к з-с-з по азимуту  $274^{\circ}$  от устья р. Бугли,

впадающей слева в р. Б. Балахню). Южный склон котловины озера, имеющего примерно 600 м длины и субширотно ориентированного.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 27 нг/м<sup>3</sup>

По склону выходят серые нашлапки песчано-гравийного материала. В закопше глубиной 0,85 м (до мерзлоты) сверху залегают гальки и плитки с песком мощностью слоя 0,15 м. Ниже песок желтовато-серый, кварцевый, м/з, хорошо сортированный, с единичными гальками. Прослой чёрного гравия (из черного аргиллита). Часты мелкие гальки аргиллита. Валун серого долерита высотой до 1,5 м над землёй и размером в поперечнике 2х2,6 м. Его выталкивает на поверхность мерзлотное пучение, т.к. нижние 20 см со стороны склона свободны от лишайников, покрывающих валун по всей его поверхности (рис. 32). Перед валуном вниз по склону есть углубление, что указывает на обтекание валуна грунтом в результате медленной солифлюкции. Сам валун заморожен в вечную мерзлоту. Отобраны образцы каменного материала из валуна.

Полёт через р. Каламиссамо, впадающей с ю-з в залив Байкуранеру и через долину следующей к западу реки, на склонах которой в виде сплывов быстрой солифлюкции выходят тёмно-серые глинистые алевриты.



Рис. 32. Процесс мерзлотного выпучивания глыбы долерита из рыхлых отложений, зафиксированный полосой отсутствия лишайников в нижней части глыбы.

**Т.н. 1961** (73°59'40,8"с.ш., 99°32'20,0"в.д.), гряда к ю-з от озера Байкуратурку от залива Байкуранеру в 90 км к с-з по азимуту 295° от лагеря № 3 в устье р.Бедерботарида, впадающей слева в р. Б. Балахню.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 16 нг/м<sup>3</sup>

На склоне крутизной 3-4° залегают серый глинистый алеврит влажный после и во время дождя. Вертолёт при посадке погрузился колёсами полностью в грунт и вынужден был перелететь на более твёрдое место, где погрузился в грунт колёсами на ¾. В алеврите много крупнообломочного материала, в том числе валуны. В пятнах и полосах на склоне, которые занимают примерно 50% площади склона – выходят алевриты, галька и плитки. В алеврите найдены 2 парные створки двустворчатого моллюска (*Astarte* sp.?). Образец глинистого алеврита (1961/1) взят с глубины 0,45 м из углубления, оставленного колесом вертолёта. Шведские исследователи взяли образцы из 2-х валунов долеритов, смещающихся по склону. Они считают эти отложения ледниковыми и на вопрос – почему

в них есть раковины морских моллюсков, объясняют их присутствие в глинистых алевролитах переотложением ледником. Такое объяснение ничем не обосновано кроме недоказанной гипотезы о выдающейся геологической роли покровных ледников.

В образце 1961/1 фораминифер не обнаружено, но есть много растительных остатков, угольной крошки, янтарных зёрен и единичные геммулы губок.

Далее полёт проходил на юг до озера, на южном берегу которого развит байджараховый рельеф и, вероятно, ледовый комплекс пород. От озера направление полёта сменилось на с-в с выходом на Северококорскую грядку, на которой образовано множество озёр со склонами, имеющими террасовидные и холмообразные наплывы гравийно-песчаного материала.

**Т.н. 1962** (73°02'330,5"с.ш., 101°19'51,5"в.д., высота по прибору GPS 164 м), Северококорская грядка примерно в 4 км к с-в от озера Кокора, в 73 км к ю-з (202°) от лагеря № 3 в устье р.Бедерботарида, впадающей слева в р. Большую Балахню).

Концентрация ртути в почвенном воздухе 26 нг/м<sup>3</sup>

Рельеф в т.н. холмисто-грядовый и долинный с пологими холмами, сложенными песчано-галечным материалом. Превышения рельефа до 20-30 м. На одном из таких холмов в закопше глубиной 0,85 м (до мерзлоты) вскрываются следующие осадки. Верхние 0,2-0,25 м – валунно-галечный горизонт с хорошо и плохо окатанными обломками. На единичных гальках есть налёт солей бежевого цвета. Ниже желтовато-серый, м/з, кварцевый, хорошо сортированный песок с горизонтальной слоистостью. Слои наклонены под небольшим углом. Тонкие гравийные линзочки состоят из обломков чёрного аргиллита.

Отобраны образцы из 2 валунов серого долерита. На этом отрезке Северококорской гряды валунов почти нет.

Дальше маршрут облёта проходил на в-ю-в от пос. Хатанга на самую южную из считающихся ледниковыми гряд. Полёт в течение часа к гряде и над ней не привёл к находке валунов, т.к. местность залесена и вообще гряда довольно плохо выражена в рельефе. Поворот на север, выход на грядку, ведущую к озеру Лабаз и полёт на северо-восток.

**Т.н. 1963** (72°00'58,0"с.ш., 97°33'13,9"в.д., высота по прибору GPS 115 м). Концентрация ртути в почвенном воздухе 24 нг/м<sup>3</sup>.

В т.н. развит холмистый рельеф с озёрными и речными долинами, в которых денудацией вскрыты пески и галечники. Они же выходят на водоразделах в виде наплывов серого цвета. Здесь растёт лиственница стелющаяся, и отдельные куртинки деревьев высотой до 2,5 м. На площадке, усеянной окатанной галькой и остроугольными плитками среди галечного материала есть халцедон, сердолик, кварц, яшма размером с мелкую гальку. Есть корочки солей на гальках. Найден один выветрелый обломок раковины двустворчатого морского моллюска.

В закопше глубиной 1,05 м (до мерзлоты) под слоем в одну гальку крупнообломочного материала залегают серовато-жёлтые, кварцевые, м/з пески, хорошо сортированные, горизонтально-слоистые. В песках содержатся единичные гальки.

Из 2-х валунов долеритов размером до 0,8 м в поперечнике отобраны 2 образца каменного материала

Далее полёт проходил на с-в, в направлении на озеро Лабаз. Повсюду залегает морская толща, являющаяся здесь рельефообразующей. По ней развиты плоские поверхности морских террас. Множество озёрных котловин, в склонах которых эти отложения и выходят. Долины озёр имеют довольно крутые склоны.

**Т.н. 1964** (72°12'21,4"с.ш., 98°27'31,9"в.д., высота по прибору GPS 192 м).

Концентрация ртути в почвенном воздухе 15 нг/м<sup>3</sup>.

Озёрная котловина глубиной 10-12 м на морской равнине. В бровке котловины в ветровом выдуве обнажаются пески и мелкая галька, лежащая на поверхности. Вырыта закопуша глубиной 0,85 м, в которой обнажается светло-серые, кварцевые пески, горизонтально слоистые, м/з, хорошо сортированные, однородные по разрезу. В верхних 20 см разреза наблюдаются 2 прослоя гравия. На поверхности среди мелких галек найдены обломки раковин морских двусторчатых моллюсков и один обломок раковины найден в толще песков, вскрытых закопушей.

Отобраны образцы из 2-х валунов серых долеритов.

**Т.н. 1965** (72°44'09,6"с.ш., 98°22'52,0"в.д., высота по прибору GPS 192 м). Северококорская гряда к северу от озера Лабаз. Пологие увалы с нашлапками и конусами морских отложений.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 44 нг/м<sup>3</sup>.

В т.н. среди задернованной на 100% тундры наблюдаются выступы валунно-галечного материала высотой до 1 м. У подножия уступа вырыта закопуша глубиной 0,5 м, в которой вскрыты глыбы и валуны сверху, снизу – валунно-галечные отложения с песчаным и алевритовым заполнителем. Крупнообломочный материал имеет самые разные размеры. На валунах и гальках иногда есть налёт солей серого цвета. На глубине 0,5 м залегают мелкие и крупные гальки в слоях пляжевой фации.

**Т.н. 1966** (73°12'32,1"с.ш., 101°37'37,8"в.д., высота по прибору GPS 160 м), 51,79 км к ю-ю-з от лагеря № 3, находящегося в устье р. Бедерботариды – левого притока р. Б. Балахни. Северококорская гряда.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 133 нг/м<sup>3</sup>

Пологоувалистая местность долин и котловин озёр. В долинах среди полностью задернованных солифлюкционных склонов есть нашлапки из песчано-галечного материала. В месте посадки солифлюкционный склон имеет крутизну до 5-8°. Грунты представлены песчаными и глинистыми алевритами, в которые вертолёт погружается по верх колёс. Здесь опробован валун из серого долерита до 1,5 м в поперечнике. На водоразделах валунов практически нет.

**Т.н. 1967** (73°21'14,2"с.ш., 102°46'31,7"в.д., высота по прибору GPS 128 м), в 39,2 км к ю-в от лагеря №3, находящегося в устье р. Бедерботариды – левого притока р. Б. Балахни. Северококорская гряда. Выходы песков и галечников на склонах в виде лестниц террас. На водоразделах распространены конусообразные холмы из того же материала.

Концентрация ртути в почвенном воздухе 25 нг/м<sup>3</sup>.

В т.н. нашлась песчовая нора с отвалами песка. В высыпке видно, что холм, покрытый галькой и плитками осадочных пород (примерно по 50%), состоит из желтовато-серого, кварцевого, м/з, хорошо сортированного песка. Среди галек на поверхности есть сердолики.

На валуне из долерита, из которого отобран образец, имеются сколы серповидной формы.

## **2.2. Общие закономерности строения гряд**

Гряды высотой от 100 до 192 м сложены гравийно-песчаными и галечниковыми отложениями с единичными валунами. Все 14 опробованных для определения возраста валунов состоят из мелкокристаллической серой породы с массивной текстурой. Это долериты гор Бырранга. Ни одного гранитного валуна во всех точках посадок не встречено. Шурфы и закопуши показали, что грубообломочный материал сконцентрирован в верхних горизонтах, вниз его концентрация значительно уменьшается. В некоторых закопушах видны криотурбации протаивающих и промерзающих отложений,

которые и выводят крупные обломки на поверхность. Иногда выпучивание глыб на поверхность в процессе их движения вниз по склонам подтверждается отсутствием лишайников на нижних частях обломков. Толщина деятельного слоя грунта во время облёта 27-28 июля в песчаных грунтах на вершинах гряд изменялась от 0,65-0,95 м на широте 74° с.ш. в подзонах южной и типичной тундр до 1,05 м на широте 72° с.ш. в лесотундре.

Гряды обычно покрыты сверху песчаными телами мощностью до 10-20 м с такими же относительными превышениями. Песчаные тела и галечники отлично распознаются с высоты полёта вертолёта и даже с этой высоты часто наблюдается их белесоватый налёт, покрывающих отдельные гальки солей. Пески горизонтально-слоистые, м/з, кварцевые с линзами и прослоями гравия. В отдельных точках в песках обнаружены раковины двустворчатых моллюсков и их фрагменты. Часто на поверхности галечный материал представлен гальками халцедона, кварца, сердолика. ОСЛ-возраст песчаных отложений пляжевой фации морских отложений по данным определения из 2 точек составляет 74-79 тыс. лет.

В южной части маршрута на широте озера Лабаз песчаные отложения на поверхности гряд залегают в виде плоских террас, в северной части маршрута (на широте южного побережья залива Байкуранеру озера Таймыр) гряды отчётливо выражены в виде спускающихся по склонам удлинённых форм, наشلёпок и отдельных конусообразных холмов.

Пески и галечники залегают на глинистых алевритах, слагающих основание и геологические тела гряд. С поверхности активно развиты процессы медленной солифлюкции в виде грунтовых полос, на которых выталкиваются обломки галечной и валунной размерности. В глинистом алеврите обнаружены парные створки морских моллюсков (Масома?).

Берилиевый анализ, с помощью которого шведские коллеги хотели определить возраст высвобождения гранитных валунов из ледника, принесшего эти валуны из северной части полуострова карским ледниковым щитом, не мог быть применён, т.к. ни одной глыбы гранита не было обнаружено на грядах Таймырской низменности к югу от оз. Таймыр. Для применения этого анализа необходим кварц, которого в долеритах, естественно, не оказалось.

Выполнен анализ космогенного  $^{36}\text{Cl}$ , который якобы показывает возраст освобождения породы от скрывавших её ледниковых масс, т.е. возраст дегляциации. Не возражая против физической основы метода, который, вероятно, может показать длительность накопления породой космогенного изотопа при нахождении её на поверхности Земли, необходимо заметить, что появление породы на поверхности после освобождения её от экранировавших масс вещества, не позволявших космическим лучам проникать к породе до какого-то определённого момента времени, может быть совсем не связано с ледниковыми событиями. Обломки породы в виде валунов и глыб с таким же успехом могли освобождаться от заливавших их вод, например. А в случае с конкретными таймырскими обломками долеритов глыбовой размерности при выведении их на поверхность могли действовать и реально действуют мерзлотные процессы выпучивания глыб из многолетнемёрзлых пород, что доказывается отсутствием лишайников в нижней части глыбы в т.н. 1960 (см. рис. 32). Таким образом, шведские коллеги определили возраст какого-то события, приведшего к появлению глыб на поверхности гряд Таймырской низменности. Результаты анализа приведены в таблице 1 и на рис. 33. Из этих данных следует только один вывод – возраст валунов и глыб найденных на поверхности гряд таймырской низменности в целом увеличивается к югу.

Таблица 1

Датирование валунов и глыб долерита, залегающих на грядах Таймырской низменности с помощью метода космогенного изотопа  $^{36}\text{Cl}$  [Möller et al., 2019].

Местоположение и № т.н.	$^{36}\text{Cl}$ датировка экспонирования обломка на поверхности гряды (тыс. лет)
Верхнетаймырско-Байкуранерская гряда 1958 1960 1961	22,1±1,7 15,6±2,4 26,1±4,1
Сынтабульско-Северококкорская гряда 1957-2 1958 1962 1966 1967	84,1±2,5 81,0±3,8 79,5±2,8 109±3,1 92,0±4,6
Гряда Сампеса 1963 1963 1964 1964	131±5,8 120±11 54,5±1,7 249±15

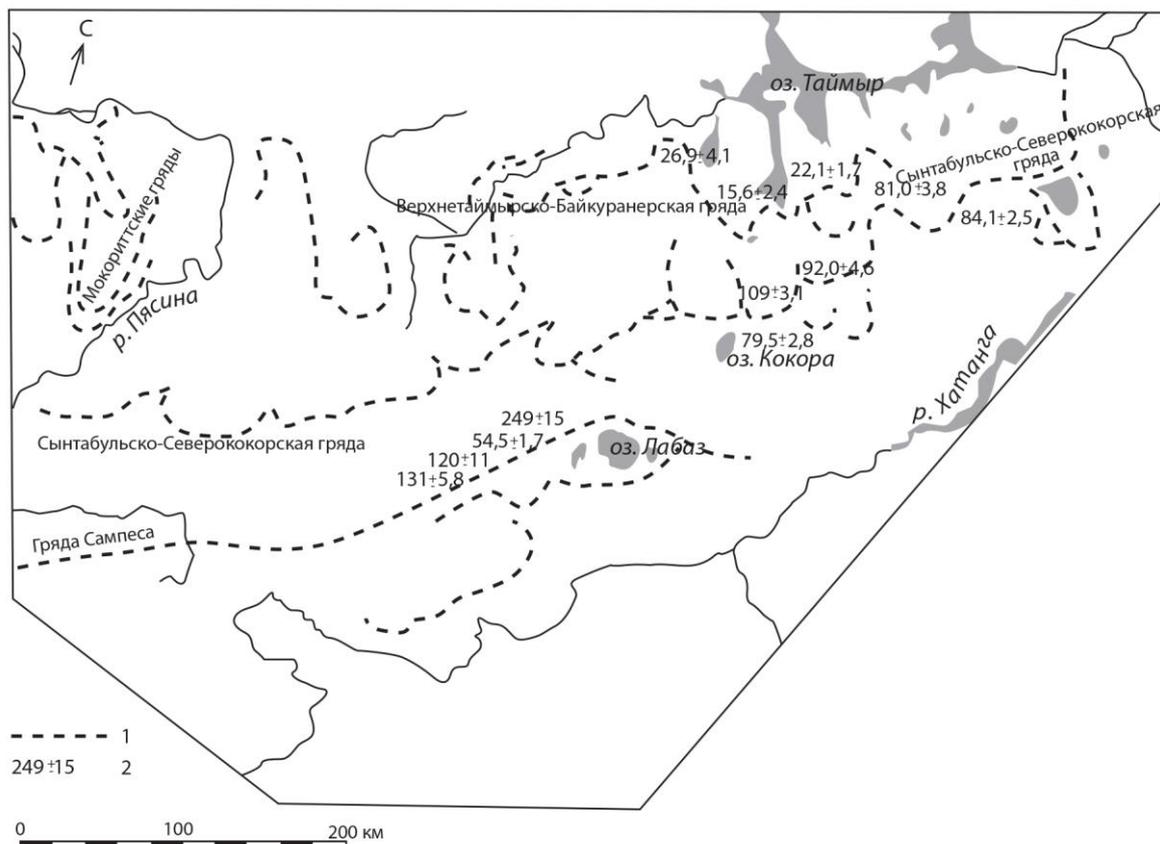


Рис. 33. Конечно-моренные гряды на территории Таймырской низменности и их возраст (тыс. лет) по данным метода космогенного изотопа  $^{36}\text{Cl}$  в обломках долерита [Möller et al., 2019]. Условные обозначения: 1 – гряды, фиксирующие положение краевых зон ледниковых щитов, распространявшихся с шельфа Карского моря; 2 – датировки долеритов по космогенному изотопу  $^{36}\text{Cl}$  в тыс. лет.

Попытка шведских коллег объяснить полученные данные тем, что именно ледниковые вторжения карского ледникового щита на территорию Таймырской низменности имели место около 79-92 и 120-131 тыс. лет назад выглядит достаточно спекулятивно. Во-первых, потому, что им пришлось полностью исключить датировки камней по Верхнетаймырско-Байкуранерской гряде, как слишком молодые и несоответствующие другим палеогеографическим данным. На Сынтабульско-Северококорской гряде пришлось отбросить, как неверную датировку в 109 тыс. лет, а на гряде Сампеса датировки в 54 и 249 тыс. лет. Интересно, что морские пески и галечники, залегающие на поверхности гряды на северном побережье озера Лабаз вблизи от т.н. 1964, где датирован обломок долерита возрастом 249 тыс. лет, имеют также среднеплейстоценовый ЭПР-возраст в 274 тысячи лет (т.н. 921 в соответствующем разделе работы). Возможно это простое совпадение, но заставляющее ещё раз задуматься о том, возраст каких событий определяют исследователи методом космогенных изотопов в глыбах, разбросанных по тундре – ледниковых или каких-то других. Так или иначе из 12 полученных датировок крупных обломков пород шесть оказались неверными по схеме шведских коллег [Möller et al., 2019]. В том числе отброшены как неверные датировки в 249 и 54 тыс. лет, определённые в одной точке гряды 1964, но из двух разных валунов, залежавших на высотах 78 и 65 м н.у.м. соответственно. При такой игре с цифрами можно доказать всё, что необходимо. Во-вторых, как уже указывалось выше, датировано событие выведения глыб долеритов на поверхность. Но кроме ледникового механизма обнажения обломков пород в природе существуют и другие механизмы переноса, погребения и вскрытия обломочного материала. Одними датировками камней невозможно доказать то, что именно ледник произвёл работу по переносу и выведению на поверхность из-под себя обломков горных пород. В-третьих, самими шведскими исследователями возрастом 79-92 и 120-131 тыс. лет датированы морские отложения, действительно широко распространённые по территории п-ова Таймыр. Правда им пришлось без оснований называть эти отложения ледниково-морскими, чтобы хоть как-то привлечь ледники к обстановкам осадконакопления, но анализ фауны моллюсков и фораминифер не свидетельствует о присутствии ледников при накоплении морских осадков. В-четвёртых, отсутствие среди глыб и валунов на поверхности таймырских гряд обломков гранитного состава к югу от оз. Таймыр лишает шведских исследователей якобы «железного» доказательства о распространении ледникового покрова именно с шельфа Карского моря. А других ледников коллегам и не нужно, т.к. ледники должны были по их мнению быть только гигантскими ледниковыми покровами, периодически занимавшими пространства Севера Сибири. В-пятых, сами гряды, на которых датированы валуны и глыбы сложены вовсе не ледниковыми отложениями, а как показывает выше приведённый материал морскими глинистыми алевритами, что доказывается слоистостью отложений, находками в них морских моллюсков, диатомей, фораминифер, солей. Эти данные свидетельствуют о том, что упомянутые гряды как формы рельефа имеют вовсе не ледниковую природу, а наиболее вероятно, тектоническую (тектонические валообразные поднятия, которые сложены морскими отложениями [Кулаков, 1960]). Интересен тот факт в исследовательской натурной работе шведских коллег, что они совершенно не интересовались составом и текстурой отложений самих гряд, которые являются рельефоформирующими на Таймырской низменности и теми морскими пляжевыми фациями отложений, которые залегают на грядах в виде разрушающихся останцов

прежнего покрова прибрежноморских отложений. Интересовала их только плановая конфигурация гряд, якобы следующая форме языков ледниковых покровов, но не геоморфологическое строение территории, которое ясно указывает на террасированность всей территории п-ова Таймыр.

Увеличение же возраста камней Таймырской низменности к югу пока остаётся необъяснимым фактом, над которым следует задуматься при последующих исследованиях и интерпретациях полученного материала.

### 3. Результаты исследований концентрации ртути в почвенном воздухе.

Основной целью газортутной съёмки было выявление современной активности дизъюнктивных нарушений земной коры на площади исследований. Съёмка проведена также, как и в районе оз. Левинсон-Лессинга в гряде Центральной гор Бырранга (см. соответствующий раздел работы). Измерялась концентрация ртути в почвенном воздухе в т.н. при сплаве по р. Б. Балахне и в ходе вертолётных маршрутов над грядами центральной части Таймырской низменности в каждой из точек приземления. Измерения проводились экологическим газортутным анализатором ЭГРА-01 (год выпуска – 2002, ФГУНПП № 080410). Результаты определений концентрации ртути в почвенном воздухе приведены на рис. 34.

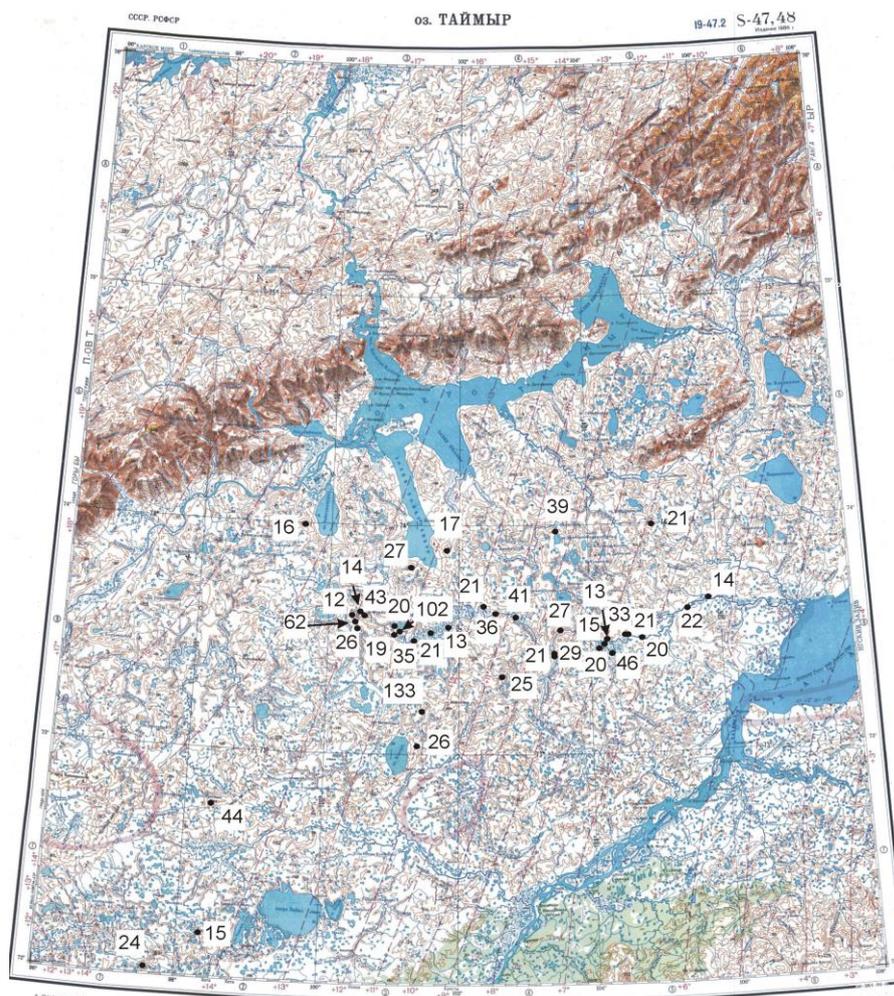


Рис. 34. Концентрация паров ртути в почвенном воздухе на исследованной площади. Точки со значениями концентрации паров ртути в  $\text{нг}/\text{м}^3$ .

Из полученных данных следует, что аномалии концентрации ртути в почвенном воздухе имели место только в 2 точках: т.н. 1945 – к югу от озера Долгого (102 нг/м<sup>3</sup>), в т.н. 1966 на Северококорской гряде к с-в от оз. Кокора. Также аномалия (до 113 нг/м<sup>3</sup>) была определена 16.07.2010 в лагере № 2 при сплаве по р. Б. Балахне. Но измерения в этой же точке 19 июля показали значение всего 19 нг/м<sup>3</sup>, которое и нанесено на карту (см. рис. 35). При рассмотрении всех результатов оказалось, что эти три точки с повышенными значениями концентрации ртути расположены в одной линейной зоне, продолжающей разлом земной коры залива Байкуранеру оз. Таймыр. Этот разлом согласно представлениям исследователей Таймыра [Тектоника..., 1963] пересекает весь полуостров и далее на юг отмечается в пределах левобережья р. Котуй (Котуйский разлом по П.С. Воронову [Тектоника..., 1963]).

В целом довольно малое количество точек с аномальными значениями концентрации паров ртути в почвенном воздухе на исследованной площади, по-видимому, обязано тому факту, что пары ртути не могут достигнуть поверхности Земли из-за экранирующего действия мощной толщи многолетнемерзлых пород, развитых на п-ове Таймыр. Только в условиях сплошных таликов у глубокого тектонического озера Левинсон-Лессинга пары ртути были определены прибором во многих точках и показали направление дизъюнктивных нарушений земной коры. На изученной же площади центральной части Таймырской низменности только в трёх точках определены аномалии в результате прорыва газов сквозь толщу ММП. Ни глубоких рек или озёр, которые могли бы вызвать образование сплошных таликов на исследованной площади нет, что позволяет предположить аномалии теплового потока из недр Земли, формирующие какие-то каналы поступления газов из земной коры к поверхности. Земли. Измерения в лагере 2, когда в 16 июля значения концентрации паров ртути оказались равными 113 нг/м<sup>3</sup>, а 19 июля всего 19 нг/м<sup>3</sup>, могут означать ещё и временные флюктуации эманации паров ртути из разломов земной коры.

#### **4. Общие закономерности строения рельефа и четвертичных отложений в центральной части п-ова Таймыр.**

Долина реки на изученном протяжении от т.н.1933 до лагеря 7 (220 км по долине, 450 км по реке, 180 км по прямой линии) имеет несколько отрезков, характеризующихся различным геоморфологическим и геологическим строением. На участке от т.н.1933 до лагеря № 2 река меандрирует по типу ограниченного меандрирования. Берега сложены голоценовыми и поздненеоплейстоценовыми отложениями. Отрезок характерен наличием ледового комплекса пород (ЛК), представляющего собой переслаивание алевритов и песков, иногда с растительными остатками. У подножия обнажений встречаются кости животных мамонтового комплекса. Характерная особенность залегания пород ЛК на этом отрезке долины – ингрессионный тип залегания. Т.е. в т.н. 1933 бровка ЛК находится в 7 м выше уреза воды в реке, в т.н. 1941 на 17 м выше уреза, в т.н. 1947 (лагерь № 2) он обнажается на высоте от 22 до 38 м над рекой. Подстилается ЛК бассейновыми, чаще морскими отложениями, точно такого же характера переслаивания песков и алевритов, как и в самом ЛК. Абсолютная высота бровки ЛК, таким образом, около 60 м. И лишь на южном берегу озера Долгого (т.н. 1946) высота бровки и ледяных жил ЛК располагается на высоте до 70 м над современным уровнем моря 22 м над урезом воды в озере). Отложения ЛК выклиниваются вверх по долине р. Б. Балахни на описываемом участке, что характерно для залива, занимавшего во время формирования этих отложений долину реки (рис. 35). В различных участках долины отложения ЛК замещаются морскими осадками. Так, например, в т.н. 1941 на правом склоне долины обнажается ЛК, а в т.н. 1942, в этом же склоне долины, менее чем в 1 км от т.н. 1941, выходят типично морские отложения. В других местах (т.н. 1943) уступ размыва сложен также бассейновыми отложениями поздненеоплейстоценового возраста.

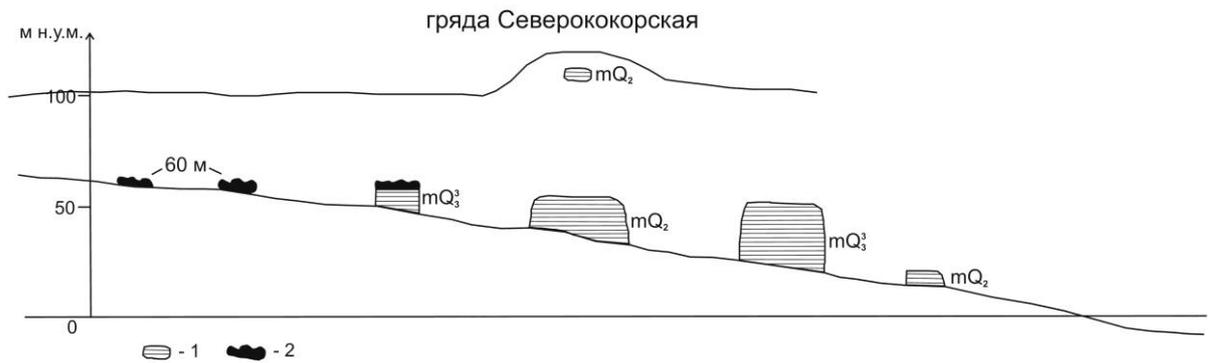


Рис. 35. Схема взаимодействия отложений ледового комплекса пород с подстилающими морскими отложениями в долине р. Б. Балахни. Условные обозначения: 1 – морские позднеплейстоценовые отложения, 2 – отложения ледового комплекса.

Склоны долины р. Б. Балахни террасированы. Выделяются: пойма высотой до 2,5 м, первая терраса высотой 5-6 м, вторая терраса высотой 10-14 м и третья терраса высотой до 16-17 м. Как показано выше, террасы в основном эрозионные и сложены как голоценовыми отложениями бассейна и реки, так и позднеплейстоценовыми морскими осадками и отложениями ЛК.

Склоны выше долины р. Б. Балахни сложены в основании тёмно-серыми глинистыми алевритами (т.н.1937), засоленными (солонцы, истоптанные оленями) и слоистыми. Шведские коллеги называют эти отложения тиллом. В расчистках грубые обломки не обнаружены, но они многочисленны в склоновых солифлюкционных отложениях. Глинистые алевриты перекрываются песками и галечниками пляжевой фации морских отложений с фауной морских двустворчатых моллюсков (т.н.1938, 1940). И алевриты, и пески с галечниками вскрываются на высотах близких 100 м над современным уровнем моря.

Второй отрезок долины реки Б. Балахни от лагеря № 2 (101° в.д.) до лагеря № 3 (102°07' в.д.) (25 км по долине, 70 км по реке) представляет собой пояс свободного меандрирования. Уклоны реки невелики, мели на перекатах есть, но все они проходимы на лодках.

При достижении р. Бедерботарида, впадающей справа в р. Б. Балахню, пройден пояс свободного меандрирования реки от долготы озера Долгого (101°) до устья р. Бедерботарида (102°04'). Первая терраса на этом участке имеет высоту 3 м, вторая терраса развита повсеместно и её высота равна 6-7 м. Бровка третьей террасы располагается на высотах 11-17 м. В уступах третьей террасы обнажаются отложения ледового комплекса пород, которые залегают на отложениях бассейна и сами являются таковыми же (т.н.1951, 1955). В т.н. 1954 и 1955 отложения формировались в морском бассейне, из которых и вырастает толща отложений ЛК. При впадении р. Бедерботарида (102°07') в долине р. Б. Балахни сформированы три аккумулятивные голоценовые террасы, сложенные аллювиально-эстуарными отложениями. Первая терраса высотой 3,5-4 м, вторая 6-7 м, третья 8,5-9 м. Возраст слоёнки из бровки третьей террасы 4790±60 л.н. (ЛУ-6520), возраст растительных остатков из второй террасы 3110±80 л.н. (ЛУ-6521), растительных остатков 1 террасы 980±60 л.н. (ЛУ-6664). В русле реки под второй террасой погребены остатки бывшего леса – стволы древесины с радиоуглеродным возрастом 6590±70 л.н. (ЛУ-6523). В настоящее время северная граница лесотундры находится в 100-120 км южнее.

Четвёртая терраса высотой бровки 30-31 м сложена морскими-эстуарными осадками, перекрытыми отложениями ледового комплекса голоценового возраста (датировка растительных остатков 7680±100 л.н., ЛУ-6662).

На третьем участке долины р. Б. Балахня пересекает Северококорскую грядку ( $102^{\circ}07'$ - $103^{\circ}50'$  в.д.) В русле появляется значительное количество галечного и валунного материала, который по крутым склонам спускается к реке с высот от 100 м, где гряда сложена галечно-песчаными отложениями. Крупнообломочный материал в русле залегает в виде конусов выноса, перегораживающих реку, но это откопанные рекой отложения, т.к. на склонах не наблюдается долинной сети, откуда ранее поступал крупнообломочный материал. В начале гряды ещё встречаются маломощные отложения ЛК в обнажениях с бровкой террасы высотой 14-15 м и здесь ( $103^{\circ}26'$  в.д.) растительные остатки датируются возрастом  $\geq 46450$  л.н. (ЛУ-6525). Ниже по течению отложения ЛК полностью замещаются морскими и эстуарными отложениями. Они слагают даже низкие террасы реки – первую 3-5 м, вторую 6-7 м. Это песчано-галечные отложения. На склонах стеснённой долины прослеживается терраса высотой около 40 м, сложенная песками и галечниками.

Четвёртый участок долины ( $103^{\circ}50'$ - $104^{\circ}31'$  в.д.) снова характеризуется широким меандрированием русла по долине с меньшими после выхода из гряды уклонами. Здесь также все террасы сложены отложениями бассейна. И только в вершинах излучин песок, слагающий веера блуждания, имеет речное происхождение. Морские отложения датируются возрастом 228-232 тыс. л.н. в т.н. 1980. В т.н. 1977 в верхней части склона долины вскрыты глинистые осадки с раковинами моллюсков возрастом 430 и 240 тыс. лет. На нижней границе участка расположено последнее перед устьевым участком реки крупное обнажение высотой 45 м – гора Чёрная (Хара-Хая), в котором вскрыты бассейновые, в основном морские отложения, представленные снизу-вверх тремя пачками отложений: 1 - серыми волнисто и горизонтально слоистыми песками и алевритами мощностью 15-20 м, и возрастом около 200 тыс. лет, перекрываемыми или чёрными (тёмно-серыми) глинистыми и песчаными алевритами мощностью до 10 м – пачка 2, возрастом по раковинам моллюсков 170 тыс. лет, или верхними жёлтыми песками мощностью от метра до 10-15 м – пачка 3. Заметная особенность обнажения состоит в том, что нижняя пачка алевритов и песков иногда смята в складки. Вторая пачка алевритов описана шведскими исследователями как тилл, в котором падение вытянутых галек ориентировано на ю-в и ю-з. В «тиле» и алевритах обнаружены створки раковин морских моллюсков и обильное засоление отложений, выступающее на поверхность в виде корок и налётов солей.

Пятый участок долины ( $104^{\circ}31'$ -  $105^{\circ}50'$  в.д.) характеризуется ограниченным меандрированием реки, развитием поймы высотой 2,5 м, первой террасы высотой 5-7 м, сложенных голоценовыми песками и слоёнками. Терраса высотой 13-15 м сложена песками, откладываясь в проточном бассейне с возрастом растительных остатков  $41870 \pm 1440$  л.н. (ЛУ-6523), но возрастом морских моллюсков по данным ЭПР-датирования 122-123 тыс. л.н. Под песками обнажаются алевритовые глины с уникальным комплексом морских моллюсков, обнаруженных в основании толщи в правом притоке р. Б. Балахни. Возраст этих отложений 100 тыс. л.н. по данным ЭПР-датирования и, значит, глинистые осадки залегают как выше, так и ниже песков.

Шестой участок реки собственно устьевой. Повсюду – в долинах реки и её притоков сверху залегают серые наплёпки песков, которые иногда вскрываются рекой в виде обнажений в уступах размыва высотой до 10-12 м. Глин нигде не видно, они здесь не вскрываются, т.к. отсутствуют солифлюкционные сплывы по ним. В нижнем течении реки, вплоть до дельты, заполняющей эстуарий, вскрываются доголоценовые бассейновые отложения. Современные процессы создают только пойму и первую террасу, иногда слагаемую именно аллювием. Таким образом, на большем протяжении долины р. Б. Балахни господствуют эрозионные террасы, выработанные в морских и эстуарных отложениях позднего неоплейстоцена и голоцена.

Проход на лодках возможен по самой крайней правой системе протоков дельты р. Б. Балахни. И в дельте, и по её краю в уступах размыва выходят те же самые серовато-жёлтые пески, которые описаны в последних точках наблюдений.

Геоморфологическое строение территории, в которой выработана долина р. Б. Балахни характеризуется пологоувалистым рельефом, особенно при пересечении Северококорской гряды. Основа рельефа сложена глинистыми алевритами чёрного и тёмно-серого цвета. Они вскрываются на низких отметках в нижних частях склонов реки и характеризуются возрастом, определённым по раковинам морских моллюсков в 236-241 тыс. лет (т.н. 1977, 1978). Из этих толщ также получены и более древние датировки – 430 тыс. лет (ЭПР-датирование, т.н. 1977). Гряды на высших отметках (> 100 м) также в основании имеют толщу глинистых алевритов, содержащих раковины морских моллюсков (т.н. 1961) и другие признаки морских отложений (янтарь, засоление, осадков).

Морские обстановки осадконакопления господствовали на изученной территории и 196-170 тыс. лет назад (т.н. 1981, гора Чёрная). Возрастом 103 тыс. лет датируются пляжевые фации, представленные галечниками и гравийниками в т.н.1940 на высотах около 65 м н.у.м. Более глубоководные морские глины и глинистые алевриты, надёжно датированные ЭПР-методом в 101-105 тыс. лет в т.н. 1985-1987, залегают в низовьях р. Б. Балахни. Этот бассейн осадконакопления не был холодным по находкам соответствующих раковин двустворчатых морских моллюсков и гастропод.

Морские отложения (с раковинами морских моллюсков) возрастом 122-123 тыс. лет обнаружены в песчаных осадках т.н. 1985-1987, несколько противореча более молодым перекрываемым ими осадкам. Возможно в этих т.н. залегают останец геологического тела морских отложений именно такого возраста.

На глинистых алевритах, слагающих гряды, залегают остатки плаща прибрежно-морских отложений, возраст которых по данным ОСЛ-датирования составляет 74-80 тыс. лет (т.н. 1958, 1959 на высотах 115-120 м). Таким же возрастом (70-90 тыс. лет) датированы морские песчано-алевритовые отложения, слагающие склоны долины р. Б. Балахни в т.н. 1947, 1957, 1976, отлагавшиеся в сравнительно тёплом для Арктики морском водоёме, на что указывают палеонтологические находки морских моллюсков в осадках.

На высоте 60-70 м гравийно-песчаные морские отложения с раковинами морских моллюсков, датированными за пределами для радиоуглеродного метода возрастом (> 46-48 тыс. лет), залегают в т.н. 1935 и формируют ингрессионную морскую террасу в долине р. Б. Балахни.

Таким образом, в результате исследований установлено то, что изученный район в среднем и позднем неоплейстоцене характеризовался обширными морскими трансгрессиями. С начала позднего неоплейстоцена процесс морского осадконакопления не прерывался надолго со 120 до 70 тыс. лет. Затем уровень моря несколько упал, но морское осадконакопление продолжалось и в каргинское время, когда морские условия без значительного перерыва сменились на лагунно-морские, в которых и начал формироваться ледовый комплекс пород.

Ледниковые отложения, выделенные шведскими исследователями, по нашему мнению являются морскими осадками, т.к. им присуща горизонтальная и волнистая слоистость, в них найдены раковины морских моллюсков, янтарь, фораминиферы (обнажение в т.н. 1981), они иногда пронизаны псевдоморфозами по ледяным жилам. Геоморфологическое строение изученной территории не даёт никаких намёков на существование ледникового рельефа. Мощностъ выделенных шведскими коллегами горизонтов ледниковых отложений не превышает 3,5 м, что трудно сопоставить с ледниковым воздействием карского ледникового щита или ледников с плато Анабарского и Путорана. По умолчанию шведские коллеги считают, что гряды (Северококорская, Мокоритто, Сынтабульская, Байкуранерская, Верхнетаймырская, Сампеса и др.) как раз и являются конечноморенными грядами или краевыми маргинальными зонами ледниковых щитов. Но данных, свидетельствующих об этом, они не приводят, кроме рисовки гряд и зон в плане, которые, якобы и должны убеждать читателя в том, что это ледниковые гряды

– следы выдвигании ледниковых лопастей из карского ледникового щита [Möller et al., 2019]. Они настолько убеждены в их ледниковом происхождении, что даже не интересовались в маршрутах тем, чем сложены гряды. А сложены они глинистыми алевроитами со всеми признаками морских отложений. Исследованные валуны, залегающие на грядах, не принесли доказательств того, что крупнообломочный материал принесён ледниками с севера Таймыра. Все глыбы оказались быррангскими долеритами, а вовсе не гранитоидами с Северного Таймыра. Возраст освобождения валунов из ледникового плена по данным изотопного анализа оказался противоречивым, и не является доказательством какого-либо покровного оледенения, а, скорее, является свидетельством каких-либо других процессов переноса, отложения и вновь появления крупных обломков на поверхности в результате высвобождения из толщ отложений или из под вод морских трансгрессий. Изучение складчатости, которая имеет место в некоторых обнажениях (т.н. 1981, 1982) также не привело к доказательству наступления ледниковых щитов с севера. А так как складки довольно мелкие с крыльями размером до 2 м и ориентированы в различных направлениях, то они, скорее всего, являются следствием склоновых процессов, которые являются активнейшим фактором преобразования первичного залегания отложений на Таймыре.

Из голоценовой истории развития долины р. Балахни интересным фактом явилось обнаружение отложений ледового комплекса голоценового возраста в т.н. 1956 и скопление древесных корней и стволов в русле реки Б. Балахни в месте установки лагеря № 3. Радиоуглеродный возраст древесины оказался равным 6590 лет, что возможно свидетельствует о миграции леса к северу в середине голоцена.

#### Список литературы

Большаянов Д.Ю., Макаров А.С., Шнайдер В., Штофф Г. Происхождение и развитие дельты р. Лены. СПб. 2013. 267 с.

Кулаков Ю.Н. Новейшая тектоника Таймырской низменности. Тектоника северо-восточной части Сибирской платформы и предтаймырского прогиба // Тр. Научно-исслед. ин-та геологии Арктики. 1960. Т. 106. С. 234-277.

Тектоника и новейшая тектоника центральной части Советской Арктики. М.: Гостеолтехиздат. 1963. С.

Drent J. Temperature responses in larvae of *Macoma baltica* a northerly and southerly population of the European distribution range // Experimental Marine Biology and Ecology. 2002. 275. 117-129.

Moller Per, Benediktsson Ivar Orn, Anjar Johanna, Bennike Ole, Bernhardson Martin, Funder Svend, Hakansson Lena M., Lemdahl Geoffrey, Licciardi Joseph M., Murray Andrew S., Seidenkrantz Marit-Solveig. Glacial history and palaeo-environmental change of southern Taimyr Peninsula, Arctic Russia, during the Middle and Late Pleistocene // Earth Science Reviews. 2019.196. 102832

Moller Per, Benediktsson Ivar Orn, Anjar Johanna, Bennike Ole, Bernhardson Martin, Funder Svend, Hakansson Lena M., Lemdahl Geoffrey, Licciardi Joseph M., Murray Andrew S., Seidenkrantz Marit-Solveig. Data set on sedimentology, palaeoecology and chronology of middle to late pleistocene deposits on the Taimyr Peninsula, Arctic Russia // Earth Science Reviews. Data in brief 25 (2019) 104267.