

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СПбГУ)

Институт наук о Земле
Кафедра геоморфологии и палеогеографии

Ручкин Максим Владимирович

Морские верхнеплейстоценовые отложения бассейна р. Агапы

Выпускная бакалаврская работа
по направлению 021000 «География»

Научный руководитель:
к.г.-м.н., доц. Д.В. Назаров

«__» _____ 2015 г.

Заведующий кафедрой:
д.п.н., к.г.н., проф. А.И. Жиров

«__» _____ 2015 г.

Санкт-Петербург

2015

Оглавление	стр.
Введение.....	3
Глава 1. Геолого-географическая характеристика территории.....	6
Глава 2. История геологического изучения	9
Глава 3. Методика исследований.....	12
3.1. Структурно-геологические и седиментологические методы.....	12
3.2. Палеонтологические методы.....	14
3.2.1. Морские беспозвоночные.....	14
3.3. Геохронометрические методы.....	16
3.3.1. Радиоуглеродное датирование (^{14}C).....	16
3.3.2. Уран-ториевое датирование ($^{230}\text{Th}/\text{U}$).....	19
Глава 4. Строение приповерхностных рыхлых образований бассейна р. Агапы.....	22
4.1. обнажение «Еновей».....	26
4.2. обнажение «Сиен».....	30
4.3. обнажение «Ечеда».....	35
4.4. обнажение «Чугунковые яры».....	39
4.5. обнажение «Мыс Колхозника».....	45
Глава 5. Стратиграфическое положение морской толщи.....	49
5.1. Региональная корреляция морской толщи.....	49
5.2. Максимум каргинской трансгрессии в бассейне р. Агапы.....	53
Заключение.....	55
Список литературы.....	56
Приложения.....	60

Введение

Актуальность темы. Бассейн р. Агапы расположен на западе Северо-Сибирской низменности. Повсеместно распространенные четвертичные образования достигают здесь мощности 150-200 м (Геология..., 1961) и формируют ярко выраженный рельеф, тесно связанный с геологическим строением. До сих пор нет единого мнения насчёт количества оледенений и трансгрессий на данной территории в позднеплейстоценовое время. Масштаб влияния этих двух факторов также является предметом научной дискуссии. Фактической основой исследования являются данные, полученные в ходе полевых работ Гыданской партии ФГУП «ВСЕГЕИ» в 2014 году, проведённых в рамках составления государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 третьего поколения на лист R-45. Результаты работы будут использованы при создании карты плиоцен-четвертичных образований, входящей в обязательный комплект геологических карт. Новая карта должна будет устранить противоречия, возникшие при составлении карт второго поколения из-за разных стратиграфо-генетических подходов авторов (Рис. 1).

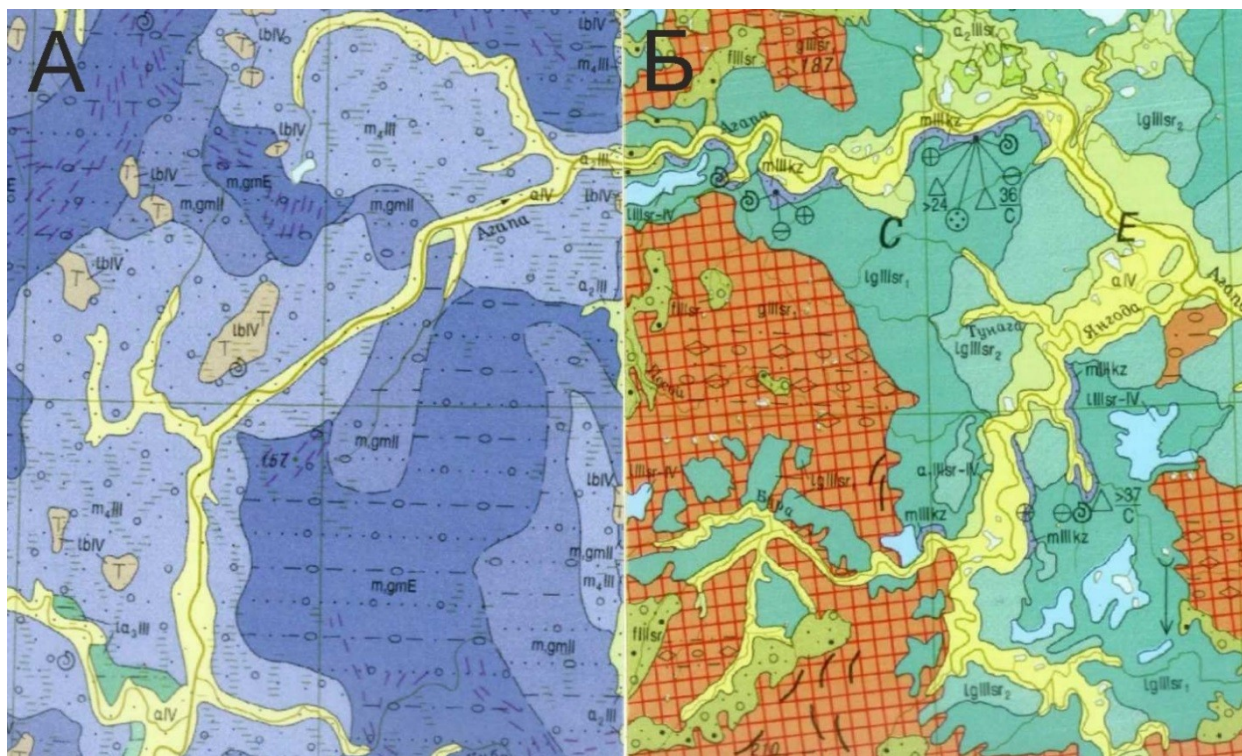


Рис. 1. Фрагменты карт плиоцен-четвертичных образований масштаба 1:1 000 000 на листы R-43-(45) (А, Государственная..., 2000а) и R-(45)-47 (Б, Государственная..., 2000б).

В пределах бассейна р. Агапы расположено Озёрное газовое месторождение и ряд более мелких (Николаев, 1976), промышленное значение имеют месторождения кирпичных глин и формовочного песка, в верхнем течении реки разведано россыпное

золото. Будущее освоение этих и других месторождений невозможно без строительства сопутствующей инфраструктуры, которое потребует надёжных данных о геологическом строении верхней части осадочного чехла.

Объектом исследования послужили пески, алевриты и глины верхней части разреза четвертичных отложений с остатками морской фауны в бассейне р. Агапы, а также подстилающие и перекрывающие их породы. *Предметом исследования* являются фациальный анализ, происхождение и стратиграфическое положение указанных пород.

Цель и задачи исследования. Целью работы является реконструкция условий осадконакопления и установление возраста верхних в разрезе бассейна р. Агапы песков, алевритов и глин с остатками морской фауны.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1) Анализ материалов предшественников, выявление прежних взглядов на строение верхнечетвертичных отложений в бассейне среднего и нижнего течения р. Агапы.

2) Выявление характерных структурно-текстурных признаков, их сочетаний и пространственных взаимоотношений для четвертичных толщ, вскрытых по берегам р. Агапы.

3) Палеогеографическая реконструкция на основе новых палеонтологических материалов и данных предшественников.

4) Местная корреляция на основе геохронометрических данных и стратиграфического положения.

Научная новизна.

Приповерхностные четвертичные образования в бассейне среднего и нижнего течения р. Агапы исследованы современными седиментологическими и структурно-геологическими методами, исследования подкреплены многочисленными фотоматериалами. Представлены результаты уран-ториевого датирования по раковинам из морских отложений. Данные по фаунистическому разнообразию морской толщи дополнены новыми видами моллюсков.

Теоретическое и практическое значение. Результаты, полученные на основе современных методов исследований, позволяют подтвердить существовавшие ранее взгляды на стратиграфию верхнего неоплейстоцена бассейна р. Агапы в частности и Северо-Сибирской низменности в целом. Новые данные о составе и строении приповерхностных толщ четвертичных образований необходимы для будущего хозяйственного освоения территории. Новые данные о возрасте позволяют уточнить историю геологического развития района.

Автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю Д.В. Назарову, под руководством которого выполнены полевые работы в 2014 году и написана эта работа. Отдельной благодарности заслуживают Д.В. Пушка, А.В. Герасичева, Ф.П. Черноног и А.А. Картозия, в тесном сотрудничестве с которыми автор работал в течение последнего года. Автор благодарен своим коллегам, без ценных консультаций которых работа не была бы сделана: сотруднику ЗИН РАН А.В. Меркульеву, сотрудникам лаборатории геоморфологических и палеогеографических исследований полярных регионов и Мирового океана СПбГУ В.Ю. Кузнецову, А.Х. Арсланову, Ф.Е. Максимову. Неоценимую помощь в поиске интересующих автора материалов оказали П.А. Любин и Д.Е. Доречкина.

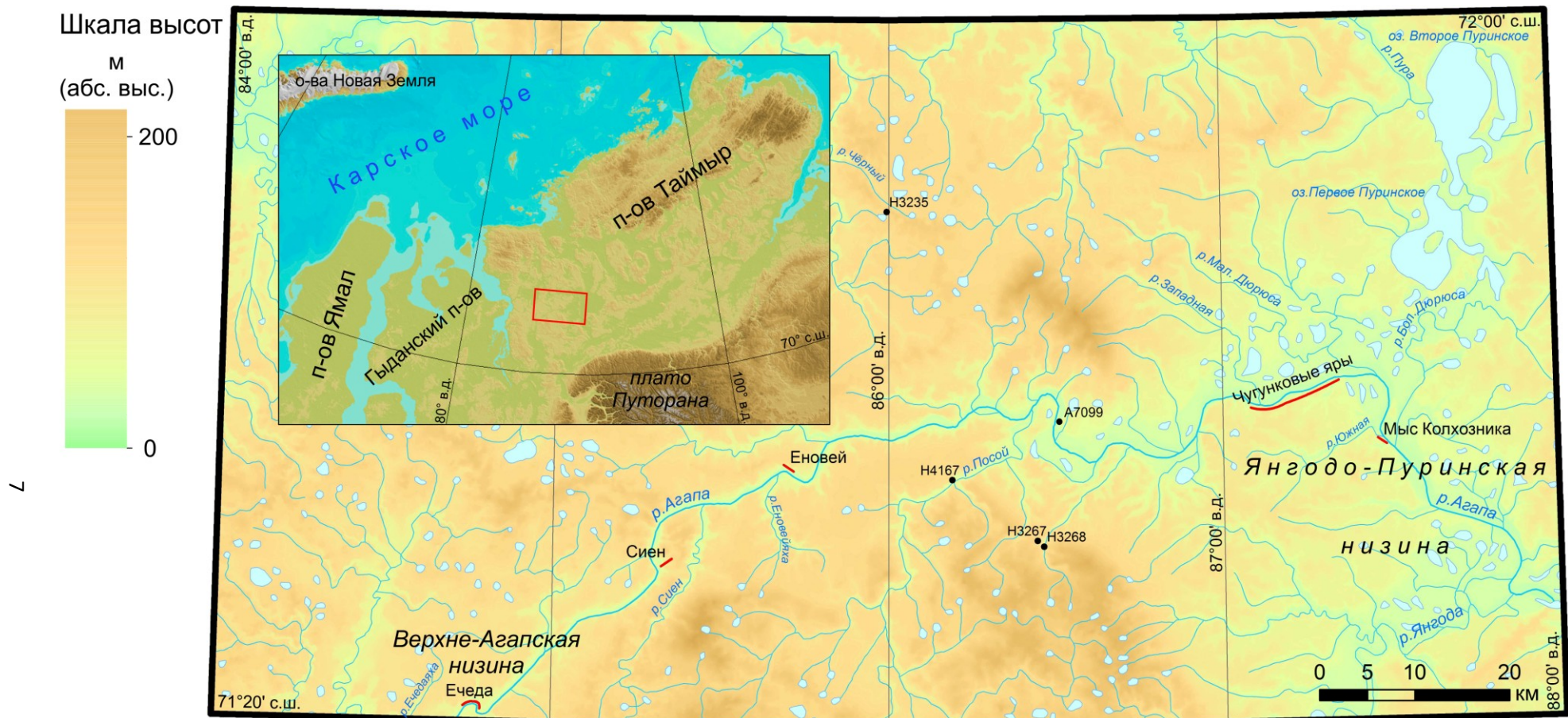
Глава 1. Геолого-географическая характеристика территории

Река Агапа – левый и крупнейший приток р. Пясины на всём своём протяжении протекает в пределах Северо-Сибирской низменности. В геологическом отношении низменность приурочена к обширному Енисейско-Ленскому прогибу. С севера он ограничен Таймырской складчатой областью, с юга – древней Сибирской платформой, на юго-западе проходит граница с эппалеозойской Западно-Сибирской платформой. Енисейско-Ленский прогиб неоднороден и включает в себя две части: западную и восточную. Западная часть известна под названием Усть-Енисейской впадины, а восточная – под названием Хатангской впадины. В области правобережья р. Пясины впадины разделены предполагаемым Дудыптинским поднятием. В строении прогиба принимают участие, главным образом, юрские и меловые отложения (Геология..., 1961).

Бассейн р. Агапы полностью расположен в пределах Усть-Енисейской впадины. Мощность четвертичных отложений здесь составляет 150-200 м (Геология..., 1961). Лишь в верховьях рек Агапы и Янгоды на поверхность выступают меловые породы. Основная масса четвертичных осадков, заполняющих Усть-Енисейскую впадину, относится к среднему и верхнему неоплейстоцену. Здесь развиты морские, ледниковые, водно-ледниковые, озёрные, озёрно-болотные и эоловые образования (*Прил. 1*).

Бассейн нижнего и среднего течения р. Агапы представляет собой холмистую равнину, расчленённую многочисленными долинами рек. Территория расположена на западе Северо-Сибирской низменности в подзонах южной и типичной тундры. Большую часть года здесь господствуют арктические воздушные массы, благодаря чему средняя температура января – самого холодного месяца – достигает -27°C , а июля - $+10-11^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое количество осадков составляет около 300-350 мм, причём основная их часть выпадает в виде снега.

Средняя высота поверхности над уровнем моря в данном районе составляет около 80 м. Наивысшие отметки расположены на юге в верховьях р. Янгоды (220 м) и в бассейне р. Устугастыр (200 м), а на севере – к ЗЮЗ от Пуринских озёр (204 м). Минимальные высоты приурочены к руслам рек Пясины и Агапы (14-15 м). Можно выделить два основных гипсометрических элемента поверхности района: уровень водораздельных возвышенностей с отметками более 100 м и уровень низин, лежащих ниже 70 м. Водоразделы сложены четвертичными образованиями ледникового комплекса, а низменности – морскими, озёрными и озёрно-ледниковыми отложениями. Крупных низин



Условные обозначения

- — — — — Обнажения
- Точки наблюдения:
А - авторов;
Н - (Николаев и др., 1976)
- - район работ

Рис. 1.1. Гипсометрическая карта бассейна среднего и нижнего течения р. Агапы (на карту вынесены обнажения и точки наблюдения, упоминаемые в тексте). Для схемы-вставки использован грид ИВСаО (Jakobsson et al, 2012).

две: Верхне-Агапская – на западе – и Янгодо-Пуринская – на востоке. Первая имеет отметки поверхности 50-70 м, вторая лежит на высоте 40-50 м над уровнем моря. Обе низины вытянуты в меридиональном направлении (Куликов Н.Н. и др., 1955). Переход от возвышенностей к низинам чёткий, с выраженными уступами.

Гидрографическая сеть исследованного участка принадлежит бассейну р. Пясины. Река Агапа является её крупнейшим притоком. Ширина р. Агапы в устье достигает 300-500 м, в то время как в среднем течении она составляет 100-200 м. Скорость течения достигает 0,2 м/с в среднем течении и увеличивается в низовьях до 0,6 м/с. Крупнейшие правые притоки р. Агапы на территории исследованного участка: р. Янгода, р. Куба (Кустур), р. Посой (Хосэ-Бигай), р. Сармикьяха,- левые: р. Удоверьяха, р. Огортыяха. По берегам Агапы и других рек встречаются многочисленные бечевники, сложенные валунно-галечным материалам. Они приурочены к участкам врезания рек в морену и представляют собой перлювий. Питание рек, в основном, снеговое, в меньшей степени за счёт дождевых осадков. Величина половодья на р. Агапе, согласно визуальным наблюдениям, достигает 7 м. Максимальный уровень воды приходится на конец июня, межень наступает в конце августа – начале сентября (Многолетние..., 1985). На реках появляются забереги, шуга сало и в середине – конце сентября устанавливается постоянный ледовый покров (Куликов Н.Н. и др., 1955)..

Повсеместно распространены озёра разнообразной по формы и размеров. Большинство из них имеют термо- и гляциокарстовое происхождение. Площадь двух Пуринских озёр составляет 125 км², оз. Лыту на левобережье р. Агапы – 26 км². Глубины озёр варьируют от 0,3-0,5 до 20 м.

Глава 2. История геологического изучения

До XX века никаких геологических работ в бассейне р. Агапы не проводилось. Первую геологическую съёмку по долинам рек Пясины и Агапы выполнил в 1919-1922 гг. известный геолог и полярный исследователь Н.Н. Урванцев (Антропоген..., 1982). Н.Н. Урванцев заложил основу стратиграфической схемы четвертичных отложений для севера Западной и Средней Сибири, которую затем развил В.Н. Сакс.

В 1941-1942 гг. В.Н. Саксом была проведена маршрутная геологическая съёмка по Пясины и её притокам (Сакс, 1945). В ходе работ им были описаны обнажения четвертичных пород в долинах рек и выполнены сборы раковин моллюсков из морских толщ. В.Н. Сакс отмечал широкое развитие межледниковых морских отложений в среднем течении р. Пясины, а также по её притокам Дудыпта, Агапы, Янгода. В классической схеме В.Н. Сакса в позднем плейстоцене предполагаются две бореальные трансгрессии, которым соответствуют отложения *казанцевского* и *каргинского* горизонтов.

В 1943 году геологический отряд «Норильстроя» МВД направил в низовья Агапы съёмочно-поисковую партию В.П. Кочконогова для поисков соли и огнеупорных глин. В.П. Кочконогов провёл двухсоттысячную маршрутную съёмку в нижнем течении р. Агапы и по р. Янгоде (Посою) (Куликов Н.Н. и др., 1955).

В.С. Ломаченков в 1954 году выполнил геологическую съёмку в масштабе 1:1 000 000 в бассейне нижнего течения р. Агапы (Куликов Н.Н. и др., 1955). В ходе полевых работ им были произведены обильные сборы малакофауны из морских отложений, вскрытых долиной Агапы и других рек.

Геологи из ИГиГ СО АН, выполнившие в 1963-1966 гг. исследование разрезов на широтном отрезке р. Агапы, пришли к выводу, что вскрытые здесь морские отложения сложены двумя разновозрастными толщами с различными комплексами моллюсков и фораминифер (Гудина и др., 1968). Основание разреза, по их мнению, сложено *казанцевскими* морскими песками со створками бореального моллюска *Arctica (Cyprina) islandica* Linne. На ней лежит пачка *казанцевских* морских алевритов и глин с обильными створками бореальных моллюсков и значительным количеством бореальных фораминифер. Верхняя пачка представлена ленточными глинами и алевритами с многочисленными створками моллюсков преимущественно одного вида – *Portlandia arctica* (Gray) - и холодноводными фораминиферами (Гудина и др., 1968). Верхняя толща была отнесена к дюрюсскими слоям позднезырянского возраста (Троицкий, 1979). Границей между *казанцевскими* и *позднезырянскими* слоями исследователи считают поверхность размыва, которая в разрезе представляет из себя «5-сантиметровый песчаный

слоёк с единичными галечками, почти ничем не отличающийся от таких же слоёков в подстилающих и перекрывающих алевролитах и глинах» (Гудина и др., 1968). Верхняя пачка дважды датирована радиоуглеродным методом. Первая радиоуглеродная дата – $19\,200 \pm 200$ л.н. (СОАН-835) – получена по раковине *Portlandia arctica* (Gray) из подошвы слоя, вторая – $37\,500 \pm 1\,000$ л.н. (СОАН-834) – из торфянистого прослоя в 10 метрах выше (Сухорукова, 1998; Николаев и др., 1976).

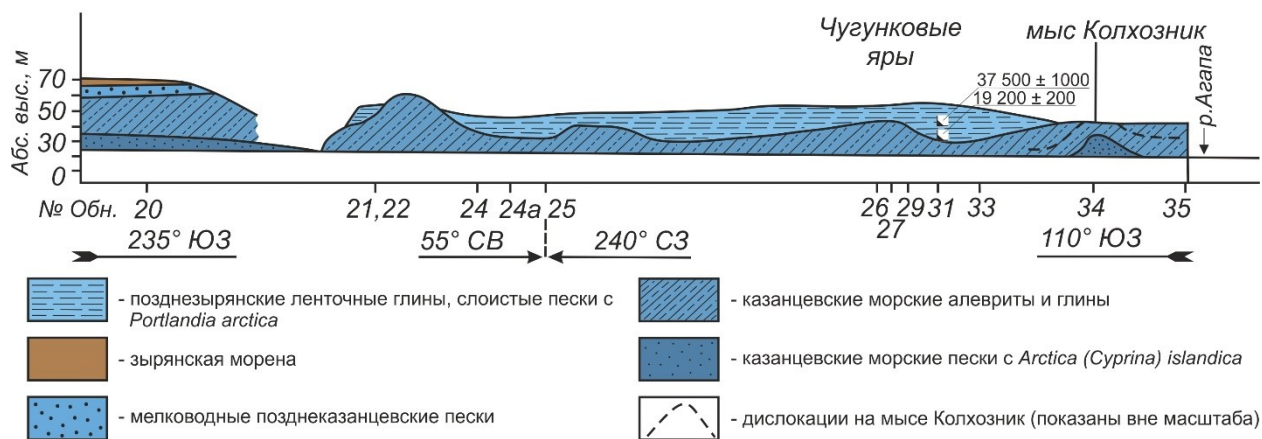


Рис. 2.1. Геологический разрез по низовьям р. Агапы (по Гудина и др., 1968 с дополнениями).

В 1970 году выпущен комплект Государственных геологических карт СССР масштаба 1:1 000 000 на лист R-(45)-47. Карта четвертичных образований выполнена под руководством В.Д. Крюкова (Государственная..., 1970).

С 1970 по 1975 г. изучением западной части Енисейско-Ленского прогиба занимались геологи из «Аэрогеологии» под руководством В.Д. Николаева (Николаев и др., 1976).. За 5 лет полевых работ ими были описаны и опробованы сотни обнажений четвертичных пород. Данные микрофаунистического, диатомового и спорово-пыльцевого анализов позволили в значительной мере расширить знания о плейстоцене Северо-Сибирской низменности. Результатом работы геологов стал набор аэрофотогеологических карт масштаба 1:200 000.

Коллектив авторов монографии «Антропоген Таймыра» (1982) считает, что разрез отложений Чугунковых яров на широтном отрезке реки Агапы представляет собой разновозрастную толщу с внутриформационным несогласием. Исследователи отмечают, что снизу вверх по разрезу происходит постепенное уменьшение видового и количественного состава фауны моллюсков, морских и солоноватоводных диатомей, тепловодных фораминифер, кассидулин и исландиеллид. Это говорит о постепенном обмелении и опреснении морского бассейна с одновременным похолоданием. На

основании датировки $37\,500 \pm 1\,000$ л.н. они коррелируют данную морскую толщу с *раннекаргинским* временем.

В 2000 году издано две карты четвертичных образований на лист R-45 в составе комплектов Государственных геологических карт Российской Федерации масштаба 1:1 000 000. Карта на лист R-43-(45) выполнена под руководством П.П. Генералова и др. (ЗапСибГеоНАЦ) (Государственная..., 2000а), а карта на лист R-45-(47) – под авторством А.Д. Матюшкова (ВСЕГЕИ) (Государственная..., 2000б). Две половины листа R-45 совершенно не стыкуются между собой из-за принципиально различных стратиграфо-генетических подходов авторов к картированию четвертичных образований.

В 2014 году Гыданской партией ФГУП «ВСЕГЕИ» проводились полевые работы в бассейне р. Агапы в рамках составления государственной геологической карты масштаба 1:1 000 000 третьего поколения на лист R-45.

Глава 3. Методика исследований.

При изучении четвертичных образований обычно применяется ряд методов, включающих как полевые, так и камеральные. К полевым методам можно отнести структурно-геологические и седиментологические. К камеральным методам относятся палеонтологические (спорово-пыльцевой, диатомовый, карпологический и микрофаунистический анализы, изучение фауны наземных млекопитающих, морских беспозвоночных и т.д.), минералого-петрографические, геохронометрические и некоторые другие. Только применяя эти методы в комплексе, можно получить объективный результат.

3.1. Структурно-геологические и седиментологические методы

Структурно-геологические и седиментологические методы позволяют расчлнить разрез, установить границы и взаимоотношения в пространстве основных изучаемых подразделений. Нередко, уже в полевых условиях, эти методы позволяют реконструировать условия осадконакопления.

Работа на обнажении начинается с выявления толщ, различающихся в литологическом и текстурном отношении, и высотной отбивки их контактов. Затем намечаются наиболее удобные места для закладки расчисток: в идеале необходимо проследить всю историю осадконакопления от основания обнажения до бровки. Кроме того, при длине обнажения в сотни метров и более следует проследить контакты между толщами и изменение фациальных обстановок по простиранию.

Расчистка обнажения осуществляется сверху вниз при помощи лопаты. Обычно делается несколько ступеней, каждая из которых имеет высоту от 0,8 до 2 м в зависимости от характера отложений и крутизны склона. Предпочтительнее каждую новую ступень закладывать немного в стороне от предыдущей (*рис. 3.1.*): это позволит впоследствии при фотографировании и отборе образцов работать на любой ступени, не опасаясь засыпать участки, расчищенные ниже. Для выявления многих текстурных особенностей и фотодокументации черновой расчистки лопатой недостаточно. Доводка осуществляется при помощи специального мастерка. При этом следует обращать особое внимание на те текстурные признаки отложений, которые позволяют дать им однозначную генетическую интерпретацию. К примеру, для морских осадков характерны различные типы ряби волнения, флазерная и линзовидная слоистость, следы обитания морских организмов и т.д. Для качественной фотодокументации этих и других признаков необходим ровный и свежий срез вкрест простирания пород.

После этого расчистки фотографируются и описываются. В полевом дневнике указывается чёткая географическая привязка обнажения, отмечаются высоты основания и



Рис. 3.1.1. Пример ступенчатой расчистки (фото Д.В. Назарова).

бровки, азимут простирания расчистки, описывается геоморфологическое положение обнажения. Описание рыхлых пород производится послойно снизу вверх или сверху вниз (обязательно указывается в дневнике). На основании первичных текстурных и литологических признаков толща четвертичных образований разбивается на несколько пачек, каждую из которых описывают отдельно. Обязательно отмечается гранулометрический состав и цвет пород, характер слоистости, описываются включения и нарушения первоначального залегания. Особое внимание следует обращать на характер контактов между толщами различного генезиса. Например, отложения основной морены часто имеют гляциодинамический контакт с подстилающими породами, а в основании морской трансгрессивной толщи обычно залегает грубообломочный базальный горизонт.

Для реконструкции условий осадконакопления важно глубокое понимание осадочных процессов, определяющих поступление, транспортировку и отложение материала осадка. Наиболее значимы для этих реконструкций первичные структуры и текстуры осадков, а также их химические и биологические особенности. В соответствии с принципом актуализма постичь процессы, происходившие в предыдущие геологические эпохи, нам помогает изучение современного осадконакопления. Однако текстуры, наблюдаемые нами в современных осадках, могут отличаться от таковых в древних отложениях, так как многие черты, которые мы видим в последних, представляют собой результат процессов уплотнения, диагенеза и метаморфизма. Для того чтобы восстановить

историю формирования осадка, прежде всего необходимо изучать процессы диагенеза, так как эти процессы часто стирают первичные черты, которые могли бы быть полезными при реконструкции обстановки осадконакопления данной породы.

Например, в процессе диагенеза может измениться минеральный и химический состав осадка. Поэтому минералогические и химические параметры при палеогеографических реконструкциях следует использовать с большой осторожностью. Необходимо различать минералы, образовавшиеся при осадконакоплении, и минералы, возникшие при диагенезе, а также привнесённые в бассейн седиментации в виде кластогенного материала. Именно минералогические и химические параметры наиболее подвержены диагенетическим изменениям.

Физические особенности осадка и следы жизнедеятельности организмов также преобразуются в процессе диагенеза, однако они более устойчивы к таким изменениям, чем минералогические и химические характеристики. Хотя ископаемые остатки могут растворяться, а текстуры биотурбации почти полностью стираться, физические признаки наименее подвержены диагенетическим преобразованиям и поэтому они являются основными при реконструкции обстановок осадконакопления. Наиболее полно вопросы осадконакопления освещены в работах Г.-Э. Рейнека и И.Б. Сингха (1981) и Х. Рединга с соавторами (Обстановки..., 1990).

3.2. Палеонтологические методы

В четвертичной геологии палеонтологические методы играют иную роль, чем в дочетвертичной. Поскольку четвертичные геологи оперируют очень короткими периодами времени, такими как десятки и сотни тысяч лет, они не могут пользоваться руководящими формами ископаемых организмов. Такие формы практически отсутствуют в антропогене, так как для существенных эволюционных изменений нужно больше времени. Палеонтологические находки в четвертичных отложениях применяются для палеоклиматических реконструкций, поскольку плейстоцен – период интенсивных и частых климатических изменений. Кроме того, характерные спорово-пыльцевые и фаунистические комплексы могут служить для местной и региональной корреляции стратиграфических подразделений.

3.2.1. Морские беспозвоночные

Остатки беспозвоночных широко распространены, главным образом, в морских и озёрных плейстоценовых отложениях. На севере Евразии наиболее часто встречаются остатки двустворчатых (*Bivalvia*) и брюхоногих (*Gastropoda*) моллюсков и ракообразных (*Crustacea*). Для классификации морских беспозвоночных в российской литературе принято пользоваться зоогеографическими характеристиками. Так, четвертичную фауну

Северной Евразии обычно подразделяют на три основных группы: арктические, бореально-арктические и бореальные виды. Иногда выделяют также преимущественно бореальные, преимущественно арктические, амфибореальные и другие виды. «При анализе изученной фауны основное значение имеют арктические и бореальные виды. Выяснение роли этих видов в общем комплексе моллюсков позволяет установить палеогеографические особенности морских бассейнов и тем самым выявить смещение зоогеографических областей в течение плейстоцена. Арктическо-бореальные виды ввиду своего широкого географического распространения в этом отношении имеют гораздо меньшую ценность» (Петров, 1966). Тем не менее, следует с пониманием использовать эту классификацию, так как при отнесении вида к той или иной группе возникает, как минимум, три вопроса, до сих пор не имеющих однозначного ответа:

1) Где проходят границы между зоогеографическими областями? Существует большое количество различных схем зоогеографического районирования, построенных различными методами с опорой на различный фактический материал. На *рис. 3.1* представлена одна из последних схем, обобщающая более ранние варианты. Таким образом, она отражает современный взгляд биологов на зоогеографическое районирование.

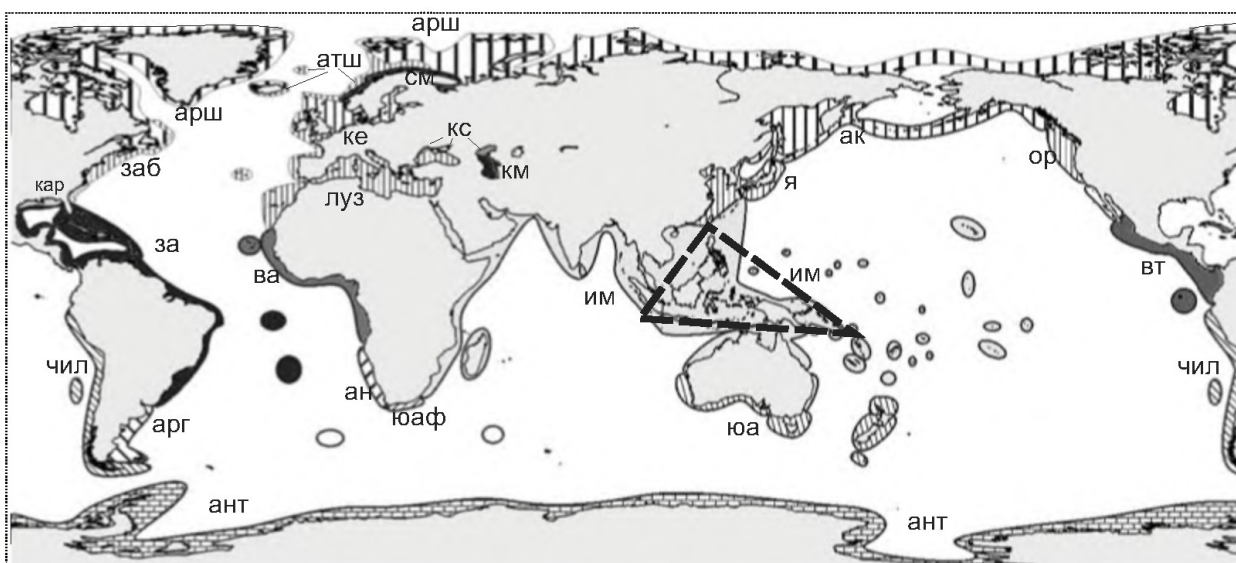


Рис. 3.2.1. Компильтивная схема биогеографического районирования шельфа (Жирков, 2010).

Аркто-бореальная область с провинциями и/или подобластями: арш – арктическая шельфовая, заб – западно-атлантическая бореальная, кар – каролинская, атш – атлантическая шельфовая, см – скандинавская мелководная, ке – кельтская, луз – лузитанская, я – японская, ак – алеутско-камчатская, ор – оregonская.

Тропическая атлантическая область: за – западно-атлантическая, ва – восточно-атлантическая.

Тропическая индо-тихоокеанская область: им – индо-малайская, вт – восточно-тихоокеанская.

Нотальная (умеренная) область: чил – чилийская, арг – аргентинская, ан – англо-намибийская, юаф – южно-африканская, юа – южно-австралийская.

Каспийская область: км – каспийская морская, кс – каспийская солонатоводная.

К примеру, вид, обитающий в настоящее время исключительно в арктической шельфовой провинции аркто-бореальной области, получит характеристику «арктический», а вид, обнаруженный также в одной из бореальных провинций, будет «бореально-арктическим». Возможно использование других классификаций и терминов. Большинство из них можно найти в монографии А.И. Жиркова (2010).

2) Каким образом должен учитываться фактор глубины? На больших глубинах Арктики и тропиках условия мало различаются. По большому счёту, зоогеографическое районирование шельфа, абиссали и, возможно, батiali должно осуществляться раздельно. К сожалению, фактор глубины часто не учитывается при попытках дать зоогеографическую характеристику тому или иному виду. Более того, многие виды изучены настолько слабо, что давать им такую характеристику абсолютно бессмысленно.

3) Следует ли при составлении зоогеографической характеристики включать в ареал вида т.н. рефугиумы (оторванные от основного ареала "островки", где после климатических изменений по каким-то местным причинам сохранились условия, благоприятные для данного вида)? Например, в Охотском море в холодных линзах воды встречаются арктические виды, которых нет даже в Беринговом море (А.В. Меркульев, личное сообщение).

На севере Западной и Средней Сибири одной из основных проблем является различие отложений двух последних бореальных плейстоценовых трансгрессий. С.Л. Троицкий обнаружил, что по составу морских беспозвоночных они идентичны между собой (Троицкий, 1966).

3.3. Геохронометрические методы

В четвертичной геологии с большим или меньшим успехом применяется ряд геохронометрических методов. Одна из главных задач этих методов в стратиграфии – проведение корреляции последовательности толщ. Среди геохронометрических методов выделяются радиоизотопные методы: радиоуглеродный (^{14}C), уран-ториевый ($^{230}\text{Th}/\text{U}$), радиобериллиевый (^{10}Be), методы радиационной дозиметрии: оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ), электронно-парамагнитного резонанса (ЭПР), метод $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -хемотратиграфии и другие. Подобных методов множество (Вагнер, 2006), однако далеко не все из них в настоящее время достаточно развиты для получения надёжных датировок. Даже те методы, которые обычно принято использовать в четвертичной геологии, имеют множество ограничений и недостатков.

3.3.1. Радиоуглеродное датирование (^{14}C)

На сегодняшний день радиоуглеродный метод датирования, пожалуй, один из самых достоверных геохронометрических методов, поскольку его теоретические основы

изучены намного лучше, чем многих других методов, а контроль результата осуществляется на всех этапах от подготовки проб до получения окончательного возраста.

Радиоуглерод может образовываться в атмосфере несколькими путями, но основной реакцией является реакция захвата нейтронов атомами ^{14}N с последующим испусканием протонов:



где n – нейтрон, p – протон. После образования радиоуглерод сразу же вступает в химические реакции, в результате чего образуются угарный газ, углекислый газ и углеводороды. Более 99 % углерода в атмосфере находится в виде CO_2 (Арсланов, 1987). Следующим шагом в радиоуглеродном цикле является ассимиляция углеродных соединений живыми организмами и поглощение водами Мирового океана. В период обмена с атмосферой концентрация ^{14}C в тканях организма поддерживается на уровне атмосферной концентрации. Распавшиеся атомы тут же заменяются новыми. Как только происходит закрытие системы (смерть организма), обмен радиоуглеродом с атмосферой прекращается. С этого момента начинается сокращение содержания ^{14}C в тканях умершего организма. В результате реакции радиоактивного распада атом радиоуглерода испускает электрон и антинейтрино, а один нейтрон в его ядре превращается в протон:



где e^- - электрон, ν^- - антинейтрино. Таким образом, образуется стабильный атом азота, из которого ^{14}C в своё время и возник (1). Со временем количество атомов ^{14}C будет неуклонно сокращаться, а атомов ^{14}N – возрастать. Скорость этого процесса связана с величиной периода полураспада ^{14}C , которая в настоящее время оценивается как 5730 ± 30 лет.

В четвертичной геологии, в основном, приходится работать с торфом, древесиной, растительным детритом, костными остатками и раковинами. Практически для всех материалов существует вероятность их переотложения, поэтому во время полевых исследований следует прилагать все усилия, чтобы выяснить наверняка, с чем мы имеем дело. Так, чтобы обезопасить себя от отбора проб из переотложенного материала, следует стараться находить признаки, свидетельствующие о залегании *in situ*. Это могут быть пни деревьев в прижизненной позиции, древесина с корой, практически целые трупы или скелеты животных, раковины моллюсков в парных створках и др. (приведённые правила не относятся к ледниковым отторженцам). Также рекомендуется брать серии образцов из разных горизонтов. При переотложении возможны инверсии возрастов (Арсланов, 1987).

В северных широтах органические остатки хорошо сохраняются и могут быть обнаружены в достаточном для радиоуглеродного датирования количестве. Однако с этим

же фактором связана и высокая вероятность их переотложения, которое может быть причиной удревления полученных по ним дат. С другой стороны, заведомо автохтонный материал, имеющий достаточно древний возраст, может быть существенно омоложен в результате загрязнения молодым углеродом. Например, образец с реальным радиоуглеродным возрастом в 80 тыс. лет, загрязнённый 0,5 % современного углерода, будет иметь кажущийся возраст 40 тыс. лет, загрязнённый 5 % - 20 тыс. лет (Арсланов, 1987).

Условия отбора образцов в условиях Крайнего Севера не всегда позволяют отобрать образцы из многолетней, а не сезонной мерзлоты. Это делает необходимой крайнюю осторожность при установлении надёжности дат, когда возраст образцов соответствует долям процента концентрации ^{14}C (по отношению к современной) (Антропоген..., 1982). Так, Л.Д. Сулержицкий, выполнивший анализы большого числа образцов, отобранных на севере Сибири, считал, что большая часть древних конечных радиоуглеродных дат из этого материала является омоложенными (Астахов, 2009). Этот исследователь приводит пример, когда по разным концам обломка дерева были получены сильно различающиеся даты. По одному концу, извлечённому из мёрзлых песков, получена дата $44\,800 \pm 1\,000$ лет назад, а по другому, выходявшему на поверхность, - $38\,500 \pm 700$ лет назад. Таким образом, количество ^{14}C в разных концах образца различается вдвое, что, безусловно, говорит об омоложении датировок, в том числе и более древней (Антропоген..., 1982).

Ещё более скептически Л.Д. Сулержицкий относится к надёжности дат, полученным по раковинам моллюсков. При этом он отмечает, что величину этого омоложения невозможно определить (Антропоген..., 1982). Следует отметить, что раковины очень сложный материал для радиоуглеродного датирования. В подавляющем большинстве раковин морских моллюсков CaCO_3 отлагается в виде арагонита, однако со временем происходит его перекристаллизация в кальцит. Исследования показали, что перекристаллизация сильно омолаживает возраст раковин. Учёные научились определять степень перекристаллизации методом рентгеновской дифракции, но этот метод подходит не для всех случаев. Например, у моллюсков, обитающих в высоких широтах, CaCO_3 часто отлагается в виде смеси кальцита и арагонита. Для того чтобы уменьшить риск омоложения возраста, поверхностный слой раковины, наиболее сильно подверженный перекристаллизации, удаляют, после чего раковину датируют по внешней и внутренней фракции (Арсланов, 1987). Разница датировок указывает на степень перекристаллизации и уровень загрязнения более молодыми карбонатами. Исследования, проведенные Х.А. Арслановым, показали, что с увеличением возраста раковины, увеличивается и разница

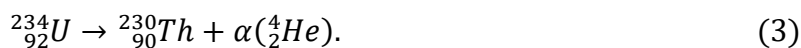
датировок по внешней и внутренней фракциям. Это характерно даже для неперекристаллизованных раковин, что указывает на загрязнение древних раковин более молодыми карбонатами в процессе захоронения. Для уверенного определения возраста морских раковин большое значение имеет параллельное датирование разными методами.

3.3.2. Уран-ториевое датирование ($^{230}\text{Th}/\text{U}$)

Существует ряд методов датирования, основанных на нарушении радиоактивного равновесия в природных рядах распада двух изотопов урана ^{238}U и ^{235}U . Все вместе они называются методами «урановых серий», или «урановых рядов». Наиболее часто и успешно используется метод $^{230}\text{Th}/\text{U}$. Он применим к широкому спектру образцов от морских и пресноводных карбонатов кальция, раковин, костей, зубов, торфа до вулканитов и гидротермальных руд (Вагнер, 2006; Кузнецов, 2008). Для надёжного датирования биогенного карбоната кальция $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -методом необходимо выполнение трёх условий (Arslanov et al, 2002): 1) уран был захвачен во время формирования биогенного карбоната кальция либо вскоре после смерти организма; 2) карбонат кальция не содержит заметного количества ^{232}Th и детритного ^{230}Th ; 3) с момента первого захвата урана до настоящего момента образец вёл себя, как закрытая система. В морской воде уран находится в водорастворимом состоянии в составе уранилкарбонатного комплекса $[\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3]^{4-}$. Соответственно, карбонаты кальция, осаждающиеся из морской воды, захватывают уран, но не включают торий, который интенсивно сорбируется коллоидами осаждающейся гидроокиси Fe (Mn) и в меньшей степени терригенными частицами.

В отличие от карбонатов, ископаемые кости, зубы и раковины моллюсков захватывают уран из грунтовых вод, главным образом, после своего образования. Отсюда следует, что требование к закрытости системы в этих материалах может не соблюдаться (Вагнер, 2006).

Возрастные пределы датирования природных материалов $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -методом определяются периодами полураспада ^{234}U и ^{230}Th . ^{234}U превращается в ^{230}Th в результате реакции α -распада с периодом полураспада 246 тыс. лет (Вагнер, 2006):



^{230}Th , в свою очередь, распадается до ^{226}Ra с периодом полураспада 75,4 тыс. лет (Вагнер, 2006):



В закрытой системе неизбежно установление равновесного состояния между активностями материнского и дочернего изотопов, то есть число распадов обоих изотопов за определённый промежуток времени уравнивается. Период установления равновесия при отсутствии в системе ^{230}Th в начальный момент времени составляет более 500 тыс.

лет. Так как при датировании мы определяем дату последнего закрытия системы, этот возраст можно считать пределом датирования $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -метода. Однако датирование образцов возрастом до 500 тыс. лет возможно только при использовании масс-спектрометрического анализа. Метод счёта α -распадов имеет верхний предел датируемого возраста около 350 тыс. лет. Нижний предел датирования определяется от сотен (масс-спектрометрического анализ) до 1–2 тыс. лет (α -спектрометрия).

Возраст t можно определить методом итерации (подбора), подставляя значения $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ и $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ в уравнение Кауфмана и Брокера (5) (Kaufman and Broecker, 1965):

$$^{230}\text{Th}_{\text{рад}}/^{234}\text{U} = \frac{1 - e^{-\lambda_0 t}}{\gamma} + \left(1 - \frac{1}{\gamma}\right) \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_0 - \lambda_4}\right) (1 - e^{-(\lambda_0 - \lambda_4)t}), \quad (5)$$

где:

$$\gamma = ^{234}\text{U}/^{238}\text{U};$$

$^{230}\text{Th}_{\text{рад}}$ – удельная активность радиогенного ^{230}Th ;

^{234}U , ^{238}U – удельные активности ^{234}U и ^{238}U ;

λ_0 - постоянная радиоактивного распада ^{230}Th ;

λ_4 - постоянная радиоактивного распада ^{234}U .

Более подробно остановимся на датировании раковин морских моллюсков при помощи $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ -метода, так как результаты такого датирования использованы в настоящей работе. Раковины моллюсков, захороненные в морских осадках, не всегда могут быть отнесены к закрытым системам. Подробный разбор недостатков этого материала для датирования методами U-серий был дан в статье А. Кауфмана с соавторами (Kaufman et al, 1971). Исследователи показали, что только половина из 60 образцов с уже известным возрастом дали корректный результат $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ -методом, в то время как для образцов с неизвестным заранее возрастом выявлены признаки открытой системы: повышение концентрации ^{238}U со временем, увеличение величины отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$, значительная разница в датах, полученных $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ - и $^{231}\text{Pa}/^{235}\text{U}$ -методами. Для ряда образцов раковин моллюсков установлен факт миграции изотопов уранового ряда после захоронения раковин.

Для контроля и коррекции полученного результата применяется несколько способов. Избыток привнесённого извне ^{230}Th учитывается и вычитается с помощью квазистабильного изотопа ^{232}Th , имеющего период полураспада 14,05 млрд. лет. ^{232}Th является родоначальником природного ториевого ряда. В то же время, химически он ведёт себя так же, как и ^{230}Th , следовательно, зная содержание этого изотопа в системе, можно ввести поправку в полученный результат. Если отношение $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th} > 20$, загрязнение торием незначительно и поправка не требуется (Вагнер, 2006). Загрязнение

посторонним ураном определяется по величине соотношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$. В морской воде средней солёности эта величина равна $1,144 \pm 0,002$ (McLaren, Rowe, 1996). Такое же отношение должно быть в раковинах после смерти моллюсков. Если величина значительно отличается от приведённой, можно говорить о привносе постороннего урана после захоронения раковины. Контроль результата осуществляется также с применением параллельного датирования другими методами, например $^{231}\text{Pa}/^{235}\text{U}$ или ^{14}C . Сходимость полученных возрастов позволяет оценить достоверность датировок.

При геохронометрических исследованиях важно обращать внимание на кристаллическую структуру раковины. В подавляющем большинстве раковин морских моллюсков CaCO_3 отлагается в виде арагонита, однако со временем происходит его перекристаллизация в кальцит. Однако у моллюсков, обитающих в высоких широтах, CaCO_3 часто отлагается в виде смеси кальцита и арагонита (Арсланов, 1987), что затрудняет определение степени перекристаллизации.

Параллельное датирование голоценовых и позднеплейстоценовых моллюсков $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ и ^{14}C -методами (Arslanov et al, 2002; Кузнецов, 2008) позволило сделать ряд выводов. Исследователи выяснили, что для успешного применения $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ -метода необходимо проведение радиохимического анализа (и последующего датирования) только внутренней фракции образца, меньше подверженной загрязнению и перекристаллизации. Сами раковины не должны быть выветрелыми и произвестковавшимися, должны быть толстостенными (толщиной не менее 1 мм), неслоистыми, прочными на излом, нежелезненными. Удовлетворительные результаты получены по раковинам *Cerastoderma edule* (Linnaeus, 1758), *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758), *Polititapes aureus* (Gmelin, 1791), *Arctica islandica* (Linnaeus, 1767), *Astarte borealis* (Schumacher, 1817) и раковинам каспийских моллюсков рода *Didacna*. Раковины чешуйчатой структуры, такие как *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758, *Flexopecten glaber* (Linnaeus, 1758), *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758 часто были плохой сохранности и давали расходящиеся датировки. Выявлено, что образцы, имеющие арагонитовую структуру, предпочтительнее для датирования. Хотя и эта характеристика не всегда позволяет считать результаты датирования полностью достоверными (McLaren, Rowe, 1996).

Глава 4. Строение приповерхностных рыхлых образований бассейна р. Агапы

Практически вся изучаемая территория покрыта плащём рыхлых четвертичных образований. Лишь в верхнем течении р. Янгоды на дневную поверхность выступают породы мелового возраста, образуя Янгодскую гряду, достигающую отметки 210 м. абс. выс. Меловые породы, представленные рыхлыми песками, алевритами и глинами, собраны в систему линейных субпараллельных антиклинальных складок, прослеживающихся на 50 км с запада на восток. Проведённые исследования установили гляциодинамическую природу описанных деформаций (Бейзель, 1990). Ложбины между складками заполнены, в том числе, слоистыми четвертичными отложениями с раковинами морских моллюсков.

В среднем и нижнем течении р. Агапы широко распространены маловалунные глинисто-алевритовые и песчаные диамиктоны. В долинах р. Агапы и её притоков они обнажаются в низах разреза и перекрыты сверху слоистыми песками и алевритами с тепловодной фауной.

В ходе полевых работ нами было отобрано 25 образцов раковин моллюсков и щитков членистоногих из морских плейстоценовых отложений исследуемого района. Определением видового состава отобранных раковин занимались сотрудники Зоологического института РАН А.В. Меркульев и Б.И. Сиренко. Согласно их определениям, сборы 2014 года в бассейне р. Агапы содержат 35 различных видов морских моллюсков. Кроме того, определено несколько щитков раков рода *Balanus*. Перечень беспозвоночных с зоогеографической характеристикой представлен в табл. 1. Во избежание номенклатурной путаницы к названиям некоторых видов даны пояснения.

Таблица 1. Состав фауны морских беспозвоночных из морских отложений в среднем и нижнем течении р. Агапы (сборы 2014 года).

Тип	Подтип	Класс	Вид	Зоогеография
Mollusca		<i>Bivalvia</i> Linnaeus, 1758	<i>Astarte borealis</i> (Schumacher, 1817)	wsBA
			<i>Astarte elliptica</i> (Brown, 1827) ¹	atlBA
			<i>Astarte montagui</i> (Dillwyn, 1817)	wsBA
			<i>Ciliatocardium ciliatum</i> (Fabricius, 1780)	atlBA
			<i>Ennucula tenuis</i> (Montagui, 1808)	wsBA
			<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	wsSAcir
			<i>Lyonsia arenosa</i> (Møller, 1842)	wsBA
			<i>Macoma balthica</i> (Linnaeus, 1758)	amphiBa
			<i>Macoma calcarea</i> (Gmelin, 1791)	wsBA
			<i>Musculus laevigatus</i> (J.E. Gray, 1824)	wsBA
			<i>Musculus niger</i> (J.E. Gray, 1824)	wsBA

			<i>Mya arenaria</i> Linnaeus, 1758	atl B
			<i>Mya truncata</i> Linnaeus, 1758	ws BA
			<i>Mytilus edulis</i> Linnaeus, 1758	wsamphi Ba
			<i>Neaeromya compressa</i> (Dall, 1899)	pacws B
			<i>Nuculana pernula</i> (O.F. Müller, 1771)	ws BA
			<i>Portlandia arctica</i> (Gray, 1824)	A
			<i>Serripes groenlandicus</i> (Mohr, 1786)	ws BA
			<i>Yoldia hyperborea</i> (Gould, 1841)	ws BA
		Gastropoda Cuvier, 1795	<i>Aartsenia candida</i> (Møller, 1842)	Acir
			<i>Amauropsis islandica</i> (Gmelin, 1791)	h BA cir
			<i>Buccinum polium obsoletum</i> Golikov, 1980 ²	pach BA
			<i>Buccinum scalariforme</i> Møller, 1842	ws BA cir
			<i>Buccinum sericatum</i> Hancock, 1846 ³	A
			<i>Buccinum terraenovae</i> (Beck in Mörch, 1869) ⁴	ws BA
			<i>Buccinum undatum</i> Linnaeus, 1758	atlws B
			<i>Bulbus striatus</i> Golikov & Sirenko, 1983	N
			<i>Cryptonatica affinis</i> (Gmelin, 1791)	ws BA cir
			<i>Curtitoma</i> sp.	-
			<i>Cylichna alba</i> (Brown, 1827)	ws BA cir
			<i>Euspira pallida</i> (Broderip & Sowerby, 1829)	BA cir
			<i>Neptunea despecta</i> (Linnaeus, 1758)	atlh B
			<i>Neptunea heros</i> (Gray, 1850)	ws BA cir
			<i>Propebela nobilis</i> (Møller, 1842)	pacws BA cir
			<i>Solariella varicosa</i> (Mighels, Adams, 1842)	BA cir
<i>Arthropoda</i>	<i>Crustacea</i> Brünnich, 1772	<i>Malacostraca</i> Latreille, 1802	<i>Balanus</i> sp.	-

Зоогеографические характеристики: **B** – бореальный, **A** – арктический, **BA** – бореально-арктический, **SA** – субтропическо-арктический, а – заходящий в арктические воды, atl – атлантический, pac – тихоокеанский, amphiB – амфибореальный, h – высокоширотный, cir – циркумполярный, ws – широко распространённый, N – слабо изучен.

Примечания.

¹ Видовой состав рода *Astarte* нуждается в уточнении. Некоторые российские малакологи не считают *Astarte elliptica* (Brown, 1827) самостоятельным видом, а рассматривают его в качестве младшего синонима *Astarte crenata* (Gray, 1824). Другие считают их разными видами. *Astarte crenata* также нередко смешивают с *Astarte montagui* (Dillwyn, 1817), из-за того, что первоописание, сделанное G. Montagu (1808), отчасти соответствует обоим видам. По этим причинам данные по экологии и распространению

Astarte crenata фактически «растворены» по описаниям *Astarte elliptica* и *Astarte montagui*, и выделить эти данные на данный момент не представляется возможным.

² Этот вид не является подвидом *Buccinum polium* Dall, 1907, но пока не предложено замещающего названия, его указывают как *Buccinum polium obsoletum* Golikov, 1980. экология этого вида изучена слабо, поэтому зоогеографическая характеристика носит предварительный характер.

³ В настоящее время этот вид часто рассматривают в качестве подвида *Buccinum ciliatum* (Fabricius, 1780), что является нарушением Кодекса Зоологической Номенклатуры, согласно которому подвиды одного вида должны быть географически разобщены (в Арктике ареалы *Buccinum ciliatum* и *Buccinum sericatum* перекрываются полностью).

⁴ Ранее этот вид считался младшим синонимом *Buccinum polare* Gray, 1839, под этим названием он обычно указывался в старой литературе. В настоящее время *Buccinum terraenovae* является валидным названием.

Несколько раковин из сборов 2014 года были датированы ²³⁰Th/U-методом. Все анализы и расчёты выполнены в СПбГУ под руководством Ф.Е. Максимова. Результаты представлены в табл. 2. На анализ были отданы раковины разных видов моллюсков: *Hiatella arctica* (Linnaeus, 1767), *Astarte borealis* (Schumacher, 1817), *Ciliatocardium ciliatum* (Fabricius, 1780), *Neptunea heros* (Gray, 1850), *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758. Для проведения ²³⁰Th/U-датирования применён подход, основанный на информации о распределении изотопов урана и тория во внутренних и внешних слоях раковин моллюсков. Предполагалось, что сопоставление активностей радионуклидов и их соотношений в частях раковин позволяет оценить степень достоверности получаемых возрастных данных (Razjigaeva et al, 2014).

Относительно всех раковин можно сказать, что они были загрязнены посторонним торием после захоронения. На это указывает величина соотношения ²³⁰Th/²³²Th. О закрытой системе можно говорить, если она больше 20 (Вагнер, 2006). В нашем случае соотношение изотопов тория варьирует от 1,412 до 9,359, что говорит о сильном загрязнении. С другой стороны, о привносе постороннего урана можно узнать по величине отношения ²³⁴U/²³⁸U. В морской воде средней солёности она равна 1,144 ± 0,002 (McLaren, Rowe, 1996). Для образцов, исследованных Ф.Е. Максимовым, соответствующие значения значительно выше. Кроме того, о контаминации ураном говорит разница в концентрации

Таблица 2. Определения $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -возрастов раковин из плейстоценовых морских отложений в бассейне р. Агапы (А – внешняя фракция, В – внутренняя фракция). В столбцах 6-8 даны отношения удельных активностей изотопов (расп/с на г, или Бк/г).

Лаб. №	№ образца	Вид моллюска	Сохранность раковины (визуальная)	U, ppm	$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$	$^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$	Возраст (по фракциям), тыс. лет	Возраст (по всей раковине), тыс. лет
3А	7099-82	<i>Hiatella arctica</i>	средняя	0,784 ± 0,041	1,380 ± 0,085	0,465 ± 0,030	2,932 ± 0,297	66 ± 6	70 ± 5
3В	7099-82	<i>Hiatella arctica</i>	средняя	0,424 ± 0,30	1,403 ± 0,115	0,532 ± 0,039	5,561 ± 1,344	79 ± 9	
4А	7102-112	<i>Astarte borealis</i>	средняя	0,575 ± 0,026	1,530 ± 0,081	0,542 ± 0,033	1,865 ± 0,140	80 ± 7	70 ± 5
4В	7102-112	<i>Astarte borealis</i>	средняя	0,477 ± 0,030	1,369 ± 0,108	0,414 ± 0,033	3,974 ± 0,554	56 ± 6	
5А	7102-108	<i>Ciliatocardium ciliatum</i>	средняя	0,809 ± 0,040	1,315 ± 0,078	0,458 ± 0,030	7,197 ± 1,062	65 ± 6	66 ± 5
5В	7102-108	<i>Ciliatocardium ciliatum</i>	средняя	1,377 ± 0,085	1,653 ± 0,113	0,477 ± 0,032	9,359 ± 1,317	67 ± 6	
6А	7102-109	<i>Ciliatocardium ciliatum</i>	средняя	0,946 ± 0,041	1,512 ± 0,074	0,232 ± 0,014	3,810 ± 0,373	28 ± 2	30 ± 2
6В	7102-109	<i>Ciliatocardium ciliatum</i>	средняя	1,497 ± 0,075	1,606 ± 0,089	0,259 ± 0,016	5,481 ± 0,661	32 ± 2	
8А	7102-110	<i>Neptunea heros</i>	хорошая	0,176 ± 0,018	1,206 ± 0,166	0,656 ± 0,081	2,118 ± 0,295	111 ± 27	117 ± 30
8В	7102-110	<i>Neptunea heros</i>	хорошая	0,029 ± 0,011	1,429 ± 0,704	0,752 ± 0,255	1,412 ± 0,258	-	
9А	7089-50	<i>Mytilus edulis</i>	плохая	0,232 ± 0,015	1,640 ± 0,126	0,557 ± 0,044	2,751 ± 0,334	83 ± 10	104 ± 12
9В	7089-50	<i>Mytilus edulis</i>	плохая	0,160 ± 0,020	1,797 ± 0,277	0,768 ± 0,085	5,738 ± 1,116	136 ± 31	

урана во внешней и внутренней фракциях. Обычно, во внешней фракции концентрация урана больше, но может быть и обратная ситуация, как, например, мы получили для раковин *Ciliatocardium ciliatum*. Подобная инверсия, вероятно, свидетельствует о вторичной перекристаллизации вещества раковины. Результаты, полученные по таким образцам, крайне ненадёжны.

Наиболее достоверной следует считать датировку 111 ± 27 тыс. л.н. по внешней фракции раковины *Neptunea heros*, поскольку величина отношения $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ для этого образца близка к эталонной. С этим выводом согласуется тот факт, что *Neptunea heros* - самая толстостенная из имеющихся раковин и, соответственно, менее остальных подвержена загрязнению посторонними примесями.

4.1. Обнажение «Еновей»

Обнажение «Еновей» расположено в среднем течении р. Агапы напротив устья р. Еновейяха. Обнажение в левом борту долины р. Агапы представляет собой ряд ступенчатых обрывов высотой до 50 м над урезом реки. Обрывы вскрывают водораздел, поверхность которого поднимается в северо-западном направлении до абсолютной отметки 80 м. Описание снизу вверх от уреза реки (22 м абс.выс.):

1. 30-36 м. Средне- и крупнозернистые пески серого, светло-серого и серо-жёлтого цвета с косой, перекрёстной и мульдообразной слоистостью с прослоями гравия. В кровле песчаной толщи наблюдаются закрытые опрокинутые складки. Верхние крылья складок вытянуты в юго-восточном направлении вдоль субгоризонтального контакта песков с вышележащими диамиктами. Расчистками №3, 4 и 7 (Рис. 4.1.1.) контакт прослежен на протяжении 300 м. Местами пески разбиты на отдельные блоки взбросами и субгоризонтальными надвигами.
2. 36-41 м. Песчаный полосчатый диамиктон с рассеянной галькой, гравием и валунами. Вдоль подошвы слоя вытянуты пламевидных языки, сложенные песками из нижележащего слоя и ориентированные в юго-восточном направлении, мощностью в первые сантиметры и протяжённостью первые метры.
3. 41- 55(60) м. Валунно-галечный песчано-алевритовый диамиктон. Нижний контакт с подстилающим полосчатым диамиктоном чёткий, слабоволнистый, толщи резко различаются по цвету: верхний диамиктон – чёрного, тёмно-коричневого цвета, нижний – серый, серо-коричневый. На контакте наблюдаются скопления плохо окатанных валунов и гальки, вдавленных в подстилающую породу.
4. 55(60)-67 м. Алеврито-песчаные ритмиты с лентами мощностью до 5-7 см. Выше

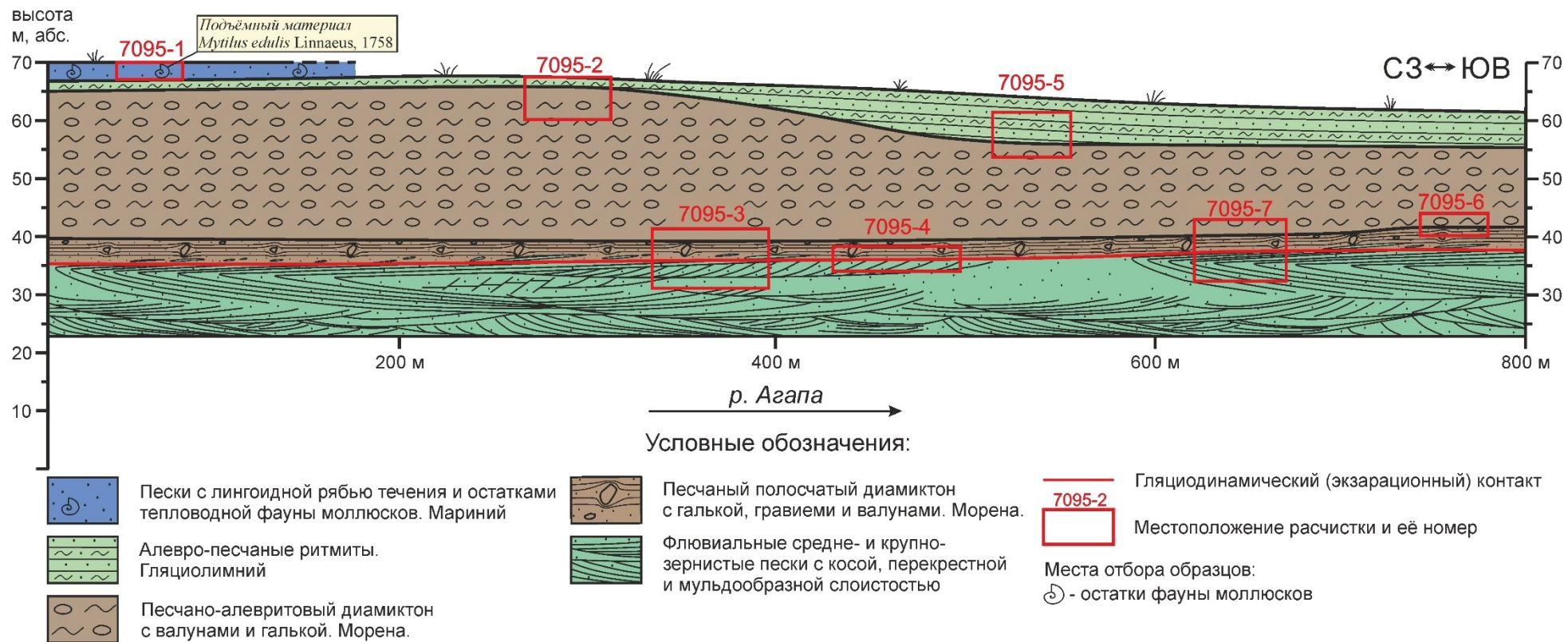


Рис. 4.1.1. Схема обнажения «Еновей».

по разрезу ритмиты переходят в параллельно слоистую пачку со сходным строением отдельных прослоев и мощностью от 3 до 7 см. Каждый прослой отделен от нижележащего резким и ровным контактом.

5. 67-70 м. Мелко- и среднезернистые серо-жёлтые пески с асимметричной рябью волнения и редкими мелкими врезами 5x2 см. Высота бровки 70 м. абс. В осыпи на метр ниже расчистки найдены обломки створок *Mytilus edulis* Linnaeus. Местами в песках встречается флазерная слоистость и прослои алевроитов. На контакте песков и алевроитов видны многочисленные чёткие следы жизнедеятельности моллюсков – ходы зарывания глубиной 2-3 см.

Совокупность текстурных особенностей песков первой пачки позволяет определить их аллювиальное происхождение. Вторая и третья пачки сложены диамиктами. Опрокинутые складки волочения (рис. 4.1.2) в песках на контакте с диамиктоном, прослеженные на сотни метров, явный признак экзарационного воздействия ледника. На ледниковую природу диамиктов указывает также полосчатая текстура нижнего диамиктона, вкуче с текстурами волочения и захвата в виде пламевидных языков свидетельствующая о послойно-пластичном течении материала в толще мореносодержащего льда.

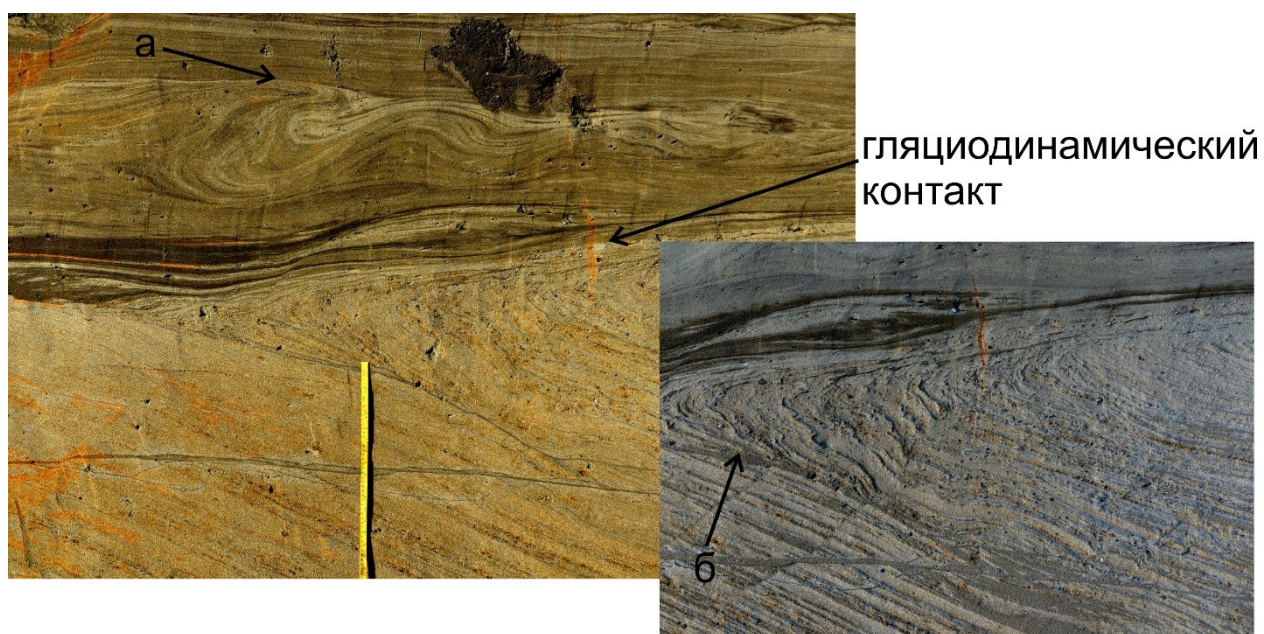


Рис. 4.1.2. Гляциодинамический контакт между аллювиальными песками (внизу) и полосчатым диамиктоном (а - текстуры вязко-пластичного течения, б - складки волочения)(фото Д.В. Назарова).

Диамикты перекрыты сверху алевроито-песчаной ритмично переслаивающейся толщей (рис. 4.1.3.). Характер слоистости и залегание на кровле морены говорит об озёрно-ледниковом происхождении ритмитов. Переход от светлоокрашенного прослоя к

тёмноокрашенному постепенный, переход от тёмноокрашенного к светлоокрашенному – резкий и отчетливый. Эта особенность характерна для сезонных ритмитов приледниковых озёр. Летний грубозернистый (светлый) слоёк накапливается в результате поступления материала при таянии ледника, тонкозернистый (тёмный) слоёк образуется в ходе осаждения взвешенной в воде мути в течение холодного сезона.



Рис. 4.1.3. Алеврито-песчаные ритмиты (фото Д.В. Назарова).

Верхняя пачка представлена переслаиванием песков и алевритов с тепловодной фауной *Mytilus edulis* Linnaeus. Они вскрываются в самом верху разреза на отметках 67-70 м абс. выс. Здесь они слагают террасу высотой 60-70 м над уровнем моря, полого повышающуюся в западном направлении до 80 м. Кроме того, в разрезе, на контакте песчаных и алевритовых слоёв, наблюдаются следы жизнедеятельности организмов (рис. 4.1.4). Также встречаются флазеры, говорящие о мелководных условиях образования осадка. Находки морской фауны и характерные текстурные признаки позволяют отнести описанные отложения к морским осадкам.

4.2. Обнажение «Сиен»

В обнажении «Сиен» нами расчищен контакт между диамиктами и вышележащими слоистыми отложениями. Обнажение, расположено на правом берегу р. Агапы при впадении в неё небольшого безымянного ручья, в 10 км выше устья р. Сиен. Ниже по

течению р. Агапа делает резкий поворот и прорезает водораздел высотой более 100 м, сложенный валунно-галечными диамиктонами. Долина реки приобретает форму каньона

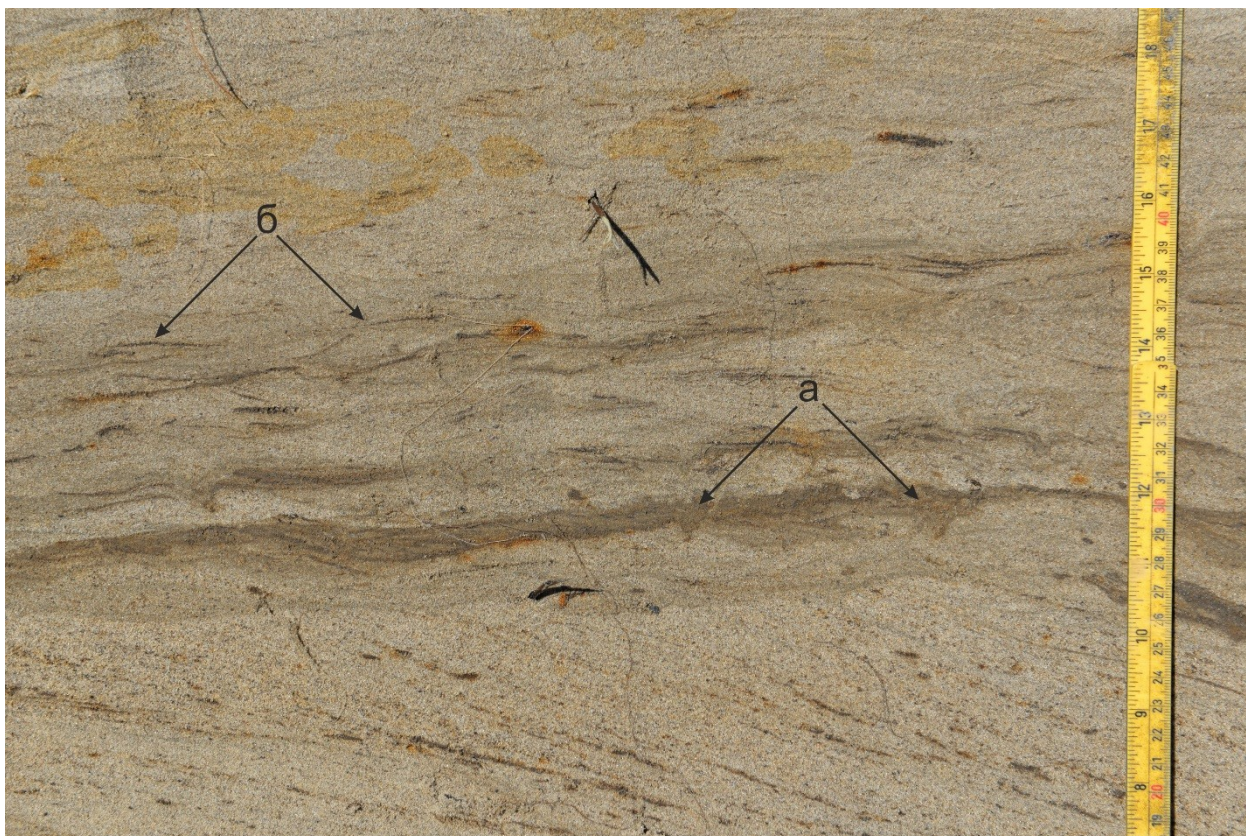


Рис. 4.1.4. Характерные текстуры в морских отложениях: а – ихнофоссилии, б – флазеры (фото Д.В. Назарова).

с низкими бортами, где русло занимает практически всё дно долины. Дно русла выложено галькой и валунами. В морену вложена морская терраса высотой 60-80 м. Основание расчистки в обнажении «Сиен» находится на отметке 58 м абс. выс. Здесь снизу вверх вскрываются:

1. 58-58,6 м. Тёмно-серый до чёрного массивный глинисто-алевритовый диамиктон с редкими фрагментами неопределимых створок раковин моллюсков.

Кровля диамиктона резкая, неровная, волнистая, с карманами. Выше неё прослой мощностью 10-15 см с многочисленными створками раковин *Mytilus edulis* Linnaeus и *Masoma balthica* (Linnaeus, 1758), песком, гравием и единичными валунами.

2. 58,6 – 63,7 м. Параллельное переслаивание коричнево-серых алевритов (глинистых алевритов) и мелко- и среднезернистых песков. Мощность прослоев от 1 до 20 см. Мощность алевритистых прослоев уменьшается вверх по разрезу, а песчаных, напротив, увеличивается. Встречаются прослой мощностью около 1 см, состоящие из растительного (древесного) детрита. В песках местами наблюдается флазерная слоистость и рябь течения с отдельными дюнами размером до 10x3 см. В

алевритовых прослоях встречается линзовидная слоистость. В нижней, алевритовой, части разреза три прослоя мощностью 3-4 см с обильной фауной *Mytilus edulis* Linnaeus, *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758), *Balanus* sp. и кусочками древесины размером до 2 см.

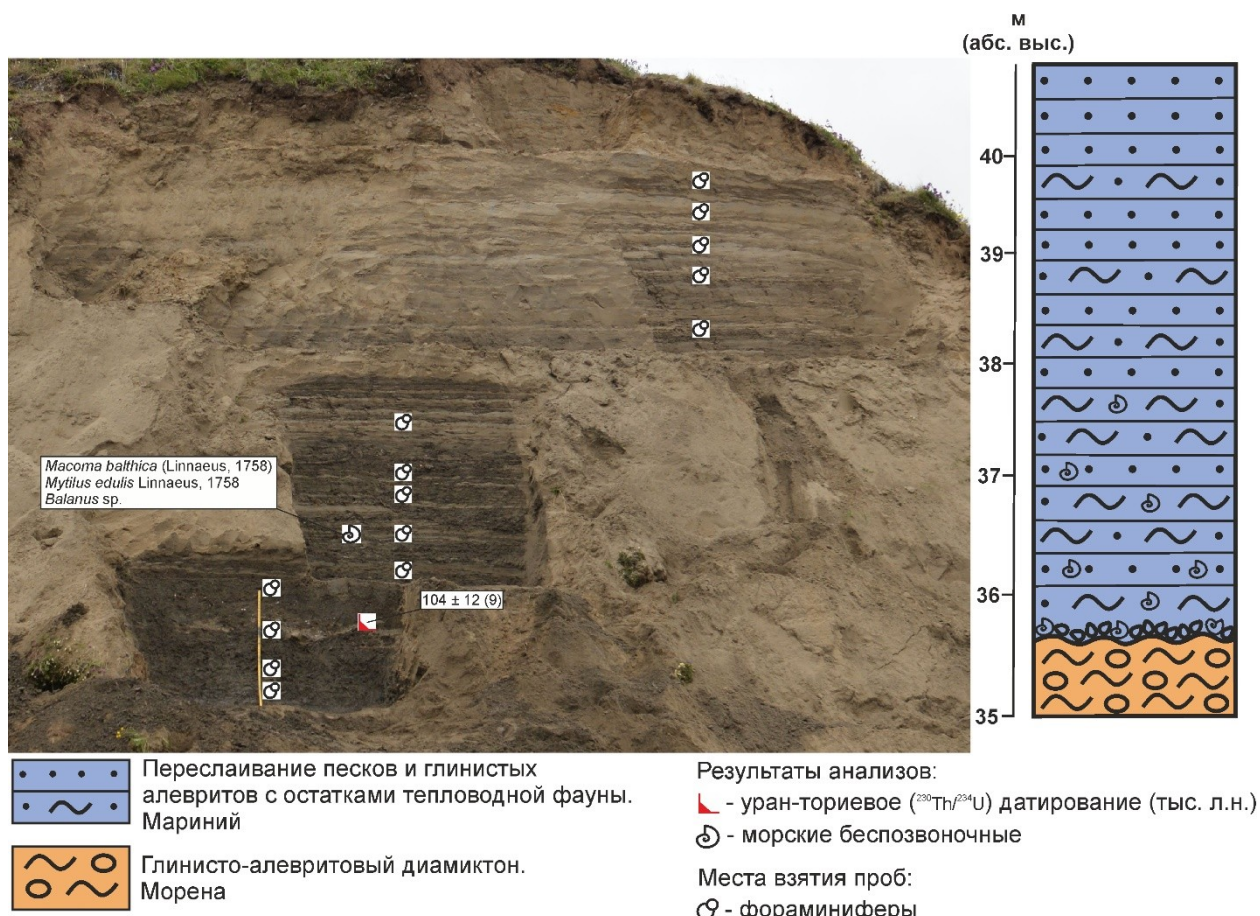


Рис. 4.2.1. Схема обнажения «Сиен» (фото Д.В. Назарова).

Отсутствие водно-осадочных текстур в слое 1 и переуплотнённый характер диамиктона позволяют предположить его ледниковое происхождение. По обломкам створок раковин, встречающихся в диамиктоне невозможно определить их видовую принадлежность. Наличие створок в ледниковых образованиях – обычное явление для тех районов, где ледник двигался по морским отложениям.

Из разреза отобрана серия из 14 образцов на микрофаунистический анализ. Результаты работы, проведённой палеонтологом Н.Ю. Аникиной (ООО «ЦГЛ», г. Сыктывкар), показал, что в шлихах образцов с высот 58,1 м и 58,3 м присутствуют только растительные остатки, угольная крошка, единичные мегаспоры и крошка янтаря, в то время как образец из базального горизонта с высоты 58,6 м, соответствующий контакту диамиктов и слоистых отложений, содержит полноценный аркто-бореальный комплекс фораминифер, состоящий из 21 вида и 182 экземпляров (рис. 4.2.2). Отсутствие фораминифер в образцах из диамиктона и резкое появление богатого комплекса в

слоистой толще подтверждает различный генезис верхней и нижней свит, хотя для морены отсутствие фораминифер не обязательно. Комплекс фораминифер пробы с высоты 58,6 м состоит из аркто-бореальных видов, но при этом численность холодно-

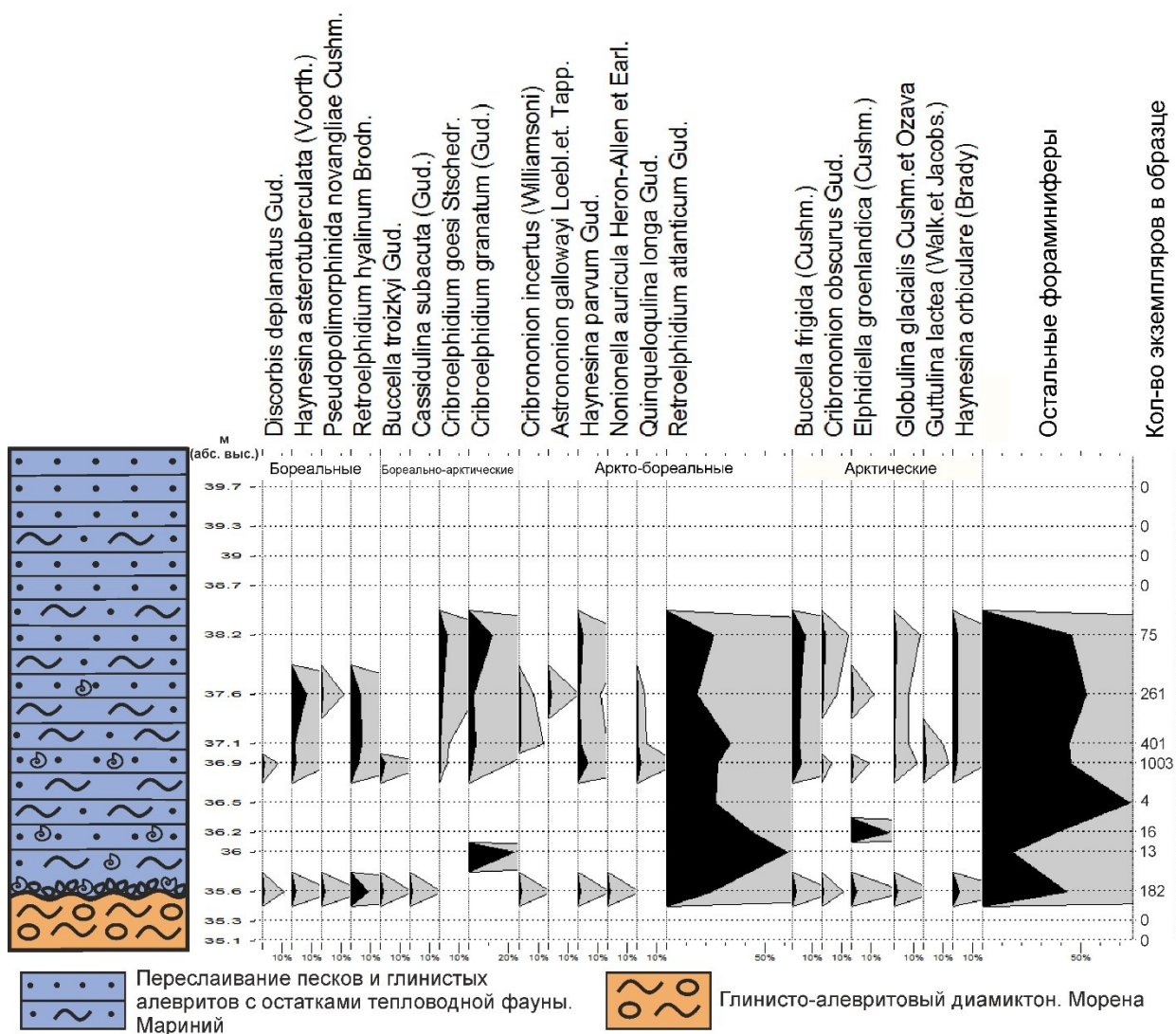


Рис. 4.2.2. Распределение фораминифер в разрезе обнажения «Сиен».

водных форм достаточно высока. Это, а также видовое и количественное преобладание эльфидиид над другими семействами фораминифер, мелкорослость большинства раковин и их плохая сохранность свидетельствует, вероятней всего, о небольшой глубине, пониженной солёности бассейна, в котором формировался данный комплекс, и о температуре вод, близкой к нулю. Комплексы подобного типа описаны для севера Западной Сибири Л.К. Левчук как верхнеплейстоценовые.

Шлихи образцов с высот 59 м, 59,2 м, 59,5 м содержат сильно обеднённые комплексы аркто-бореального типа, содержащие небольшое количество раковин фораминифер – от 2 до 5 видов и от 4 до 16 экземпляров (рис. 4.2.2). Сохранность раковин от плохой до очень плохой, раковинки чаще ломаные.

В образцах с высот 59,9-61,2 м обнаружены полноценные аркто-бореальные комплексы форамнифер. Количество раковин в пробе постепенно падает с увеличением высоты от 1003 до 75. Для выделенного комплекса характерно видовое и количественное преобладание эльфидиид над другими семействами фораминифер, почти полное отсутствие кассидулинид и мелкорослость большей части раковин. Всё это свидетельствует, в первую очередь, о мелководности, о некоторой опреснённости и несколько пониженной температуре придонных вод бассейна, в котором формировался выделенный комплекс.

Отобранные выше образцы не содержат фораминифер. В них присутствуют лишь обилие растительных остатков и угольной крошки, единичные, мегаспоры, геммулы и спикулы губок.

Прослой, содержащий тепловодную фауну *Mytilus edulis* Linnaeus и *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758), песок, гравий и валуны (рис. 4.2.3), является базальным горизонтом, свидетельствующим о размыве в самом начале морской трансгрессии. Неровный, карманообразный контакт между пачками свидетельствует об устойчивости глинистого диамиктона к размыву.

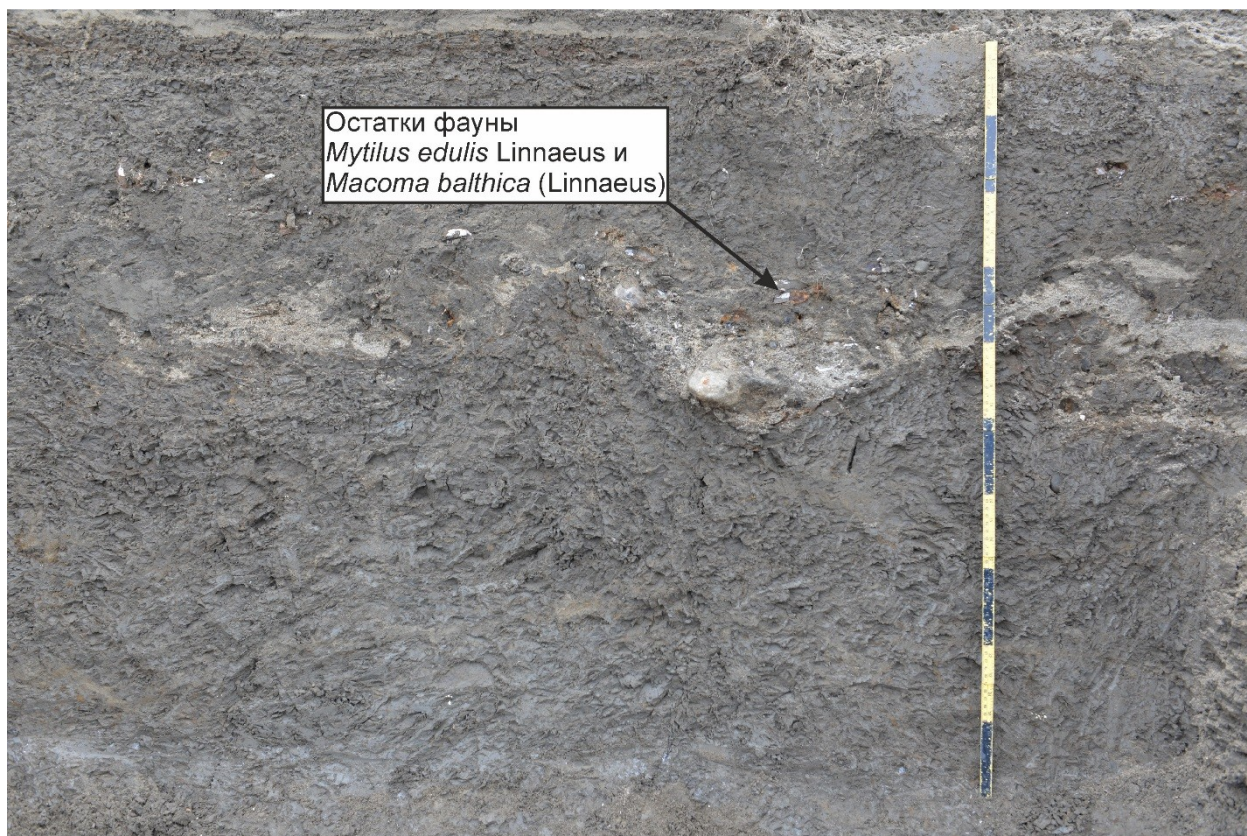


Рис. 4.2.3. Базальный горизонт в основании морской толщи (фото Д.В. Назарова).

Выше по разрезу присутствуют ещё 3 прослоя, насыщенные аналогичной фауной. Отсюда следует, что моллюски, найденные в базальном горизонте, никак не могли быть

вымыты из нижележащей толщи. Вероятно, они обитали в прибрежной зоне морского водоёма и были отложены совместно с другим грубозернистым материалом в ходе одной из стадий отступления берега. *Macoma balthica* и *Mytilus edulis*, отобранные из этих прослоев, являются литоральными видами, обитающими, в том числе, даже выше уровня средних приливов (Наумов, 2006), поэтому их находки полностью согласуются с нашей геологической интерпретацией нижней части разреза. В базальном горизонте практически отсутствуют валуны и галька, преобладают песок и гравий. Этот факт закономерен, поскольку диамиктовая толща, кровля которой размывалась в ходе морской трансгрессии, сложена на низких высотных отметках преимущественно глинистыми алевритами с редкими включениями более крупных фракций.

По раковине *Mytilus edulis* из базального горизонта получена $^{230}\text{Th}/\text{U}$ -дата 104 ± 12 тыс. лет назад (табл. 2, обр. №9). Из таблицы видно, что концентрация урана во внешней фракции раковины в полтора раза выше, чем во внутренней. Это говорит о загрязнении раковины изотопами уранового ряда уже после её захоронения. На это же указывает и высокая относительная активность ^{232}Th . Определённо можно сказать, что внутренняя фракция загрязнена меньше, поэтому возраст, полученный по ней, будем считать минимально возможным. Однако из-за низкой концентрации урана точность этой датировки низкая, поэтому предпочтение отдаётся возрасту, осреднённого на раковину целиком. Дата 104 тыс. л.н. может служить корреляционным сигналом и позволяет отнести вмещающие морские отложения к первой ступени верхнего неоплейстоцена.

4.3. Обнажение «Ечеда»

Слоистая толща песков и алевритов с тепловодной фауной описана нами в обнажении «Ечеда» (рис. 4.3.1) длиной более 2,5 км. Оно расположено на левом берегу отшнуровывающегося русла р. Агапы в 10 км ниже впадения в неё р. Огортыяха. В 4 км к северо-западу от обнажения протекает левый приток р. Огортыяха – р. Ечедаяха. Обнажение вскрывает террасу с субгоризонтальной поверхностью высотой 65-70 м над у.м. Здесь же расположена ТН 501 В.Д. Николаева (1976). Им в нижней части обнажения были вскрыты слоистые глины, которые нам расчистить не удалось, поэтому описание этой пачки даётся из отчёта. В обнажении снизу вверх вскрываются:

1. 28-29 м. Глины серые с голубым оттенком, плотные, вязкие, льдистые (до 80 % льда).
2. 29-35 м. В нижнем конце обнажения параллельно- и косослоистое переслаивание серых крупно-, средне- и мелкозернистых песков с прослоями алевритов и древесного детрита. В верхнем конце на этих же высотах отмечено переслаивание коричнево-чёрных алевритистых глин мощностью 5-10 см с крупно- и

среднезернистыми серыми песками с линзами угольной крошки поперечным размером до 0,8 м и рассеянным гравием. Выше по разрезу они переходят с угловым несогласием в косослоистые крупно- и среднезернистые пески с древесным детритом в логах. Ещё выше наблюдаются переслаивание тёмно-серых песков с лингоидной рябью течения мощностью до 8 см и прослоев древесного детрита мощностью до 7 см. В.Д. Николаевым в этом слое также отмечены зёрна янтаря. По стволу дерева, отобранному с высоты около 33 м, получено 3 радиоуглеродные датировки: $35\ 080 \pm 650$ (СОАН-1054А), $42\ 150 \pm 1\ 250$ (СОАН-1054Б), $\geq 30\ 700$ (СОАН1054В) (Николаев и др., 1976). Х.А. Арслановым по растительному детриту с высот 30 и 32 м получены радиоуглеродные даты $42\ 270 \pm 830$ (ЛУ-7699) и $\geq 52\ 540$ (ЛУ-7757).

3. 35-48 м. На подстилающих песках несогласно залегает параллельнослоистая толща из прослоев тёмно-коричневых алевритов с линзовидной слоистостью и светло-серых песков с флазерной слоистостью. Мощность прослоев – 5-15 см. На высоте около 39 м появляются тонкие прослой растительного детрита. Выше они сменяются косослоистыми песками и параллельнослоистыми средне- и мелкозернистыми песками с асимметричной рябью волнения с мощностью прослоев от 2-3 мм до 20 см. Вверх по разрезу прослой песков утоняются вплоть до разделения на отдельные дюнки размером 5x2 см. Глинисто-алевритистые прослой коричнево-серого цвета увеличиваются в мощности до 40 см и более. В них появляются линзочки растительного детрита и слабоволнистые прослой (мощностью несколько мм) жёлто-серого алеврита. Слоистость становится линзовидной. Выше отметки 44 м наблюдается параллельное переслаивание глинистых алевритов с линзовидной слоистостью и мелкозернистых песков с флазерной слоистостью. С высоты 40 м отобрана раковина амфибореального моллюска *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758) и обломки *Macoma calcarea* (Gmelin, 1791) (определения А.В Меркульева (ЗИН РАН)).
4. 48,8-49,8 м. В верхнем конце обнажения вскрыта переслаивающаяся толща светло-серых песков и серых алевритов, разбитых на отдельные округлые и прямоугольные блоки вдоль подошвы и кровли. Наблюдаются структуры нагрузки и дегидратации. В подошве слоя валунно-галечный прослой мощностью 5 см. В верхней части слоя найден обломок ствола дерева размером 70x10 см. В ниже-

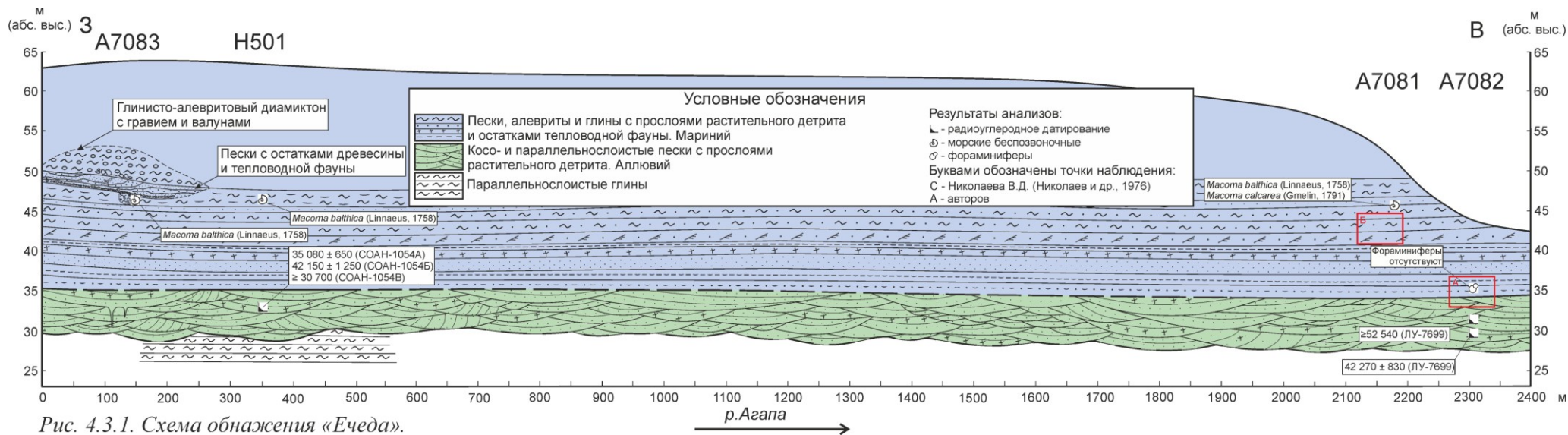


Рис. 4.3.1. Схема обнажения «Ечеда».

36



Рис. 4.3.2. Контакт морской толщи с подстилающими аллювиальными песками (фото Д.В. Назарова).



Рис. 4.3.3. Линзовидная слоистость в морских отложениях (фото Д.В. Назарова).

лежащие глинистые алевроиты опускается карманообразный провал, заполненный крупнозернистым песком и гравием. В этом кармане найдены обломки створок и несколько целых раковин *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758).

5. 49,8-51 м. Алевроитовый диамиктон с редкой галькой, гравием и валунам

Слой 2, по всей видимости, сложен аллювиальными отложениями. На это указывают текстуры лингоидной ряби течения в песках, жёлобообразная косая слоистость и многочисленные прослои намывного растительного детрита.

В подошве слоя 3 и местами выше встречаются алевроитовые прослои с линзовидной слоистостью (рис. 4.3.2., 4.3.3) и песчаные прослои с флазерной слоистостью (рис. 4.3.2). Это два парагенетических типа слоистости, часто переходящих одна в другую. Они являются крайними членами непрерывного ряда текстур, различающихся в зависимости от преобладающей фракции поступающего материала. Линзовидная слоистость возникает в условиях, более благоприятных для осаждения и сохранения ила, флазерная – наоборот. Их образование приурочено к мелководным участкам бассейнов с чередованием режимов застойных и турбулентных вод, несущих достаточное количество осадочного материала. Таким образом, главная среда их развития – сублиторали и приливно-отливные зоны. В приливных зонах возникновение флазерной и линзовидной слоистости обусловлено приливными ритмами, т.е. периодами активности приливных течений, чередующихся с периодами спокойных и застойных вод (Рейнек, Сингх, 1981).

На мелководные условия указывают и обнаруженные здесь остатки преимущественно литорального морского моллюска *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758). Этот моллюск в настоящее время распространён амфибореально, то есть отмечен в бореальных провинциях как Тихого, так и Атлантического океанов, изредка заходит в арктические воды. Таким образом, обилие его остатков в отложениях слоя 3 говорит о более тёплых климатических условиях, чем существуют на побережье Карского моря в наши дни. Наличие в отложениях только одного вида *Macoma balthica* указывает также на пониженную солёность морского бассейна. Согласно А.Д. Наумову (2006) максимальная биомасса этого моллюска наблюдается при солёности воды около 13 ‰.

О пониженной солёности палеобассейна свидетельствуют и результаты диатомового анализа, выполненного Е.М. Вишневской (Николаев, 1976, т. II). В серии образцов, отобранных в ТН 501, ею выделены 52 пресноводных и пресноводно-галофильных вида диатомей, 3 морских вида и 5 солоноватоводных. Наибольшим количеством экземпляров отмечена пресноводная планктонная *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (O.F.Müller) Simonsen. Преобладают литоральные северо-бореальные виды

Aulacoseira distans (Ehrenberg) Simonsen, 1979, *Meridion circulare var. constrictum* (Ralfs) Van Heurck, 1881, *Eunotia arcus* Ehrenberg, 1837 и др.

По всей видимости, бассейновые отложения формировались в эстуарной области крупной реки. Об этом, помимо палеонтологических анализов, говорит характер контакта между аллювием и морской толщей (рис. 4.3.2). На контакте отсутствует базальный горизонт, который обычно образуется при трансгрессии в результате отступления берега и эродирования подстилающих пород. В то же время первый прослой морской пачки сложен относительно глубоководными алевритами. Волнистый профиль границы между пачками указывает на влияние волновых процессов на дно. Вероятно, такой тип контакта свидетельствует об ингрессии моря в русло реки.

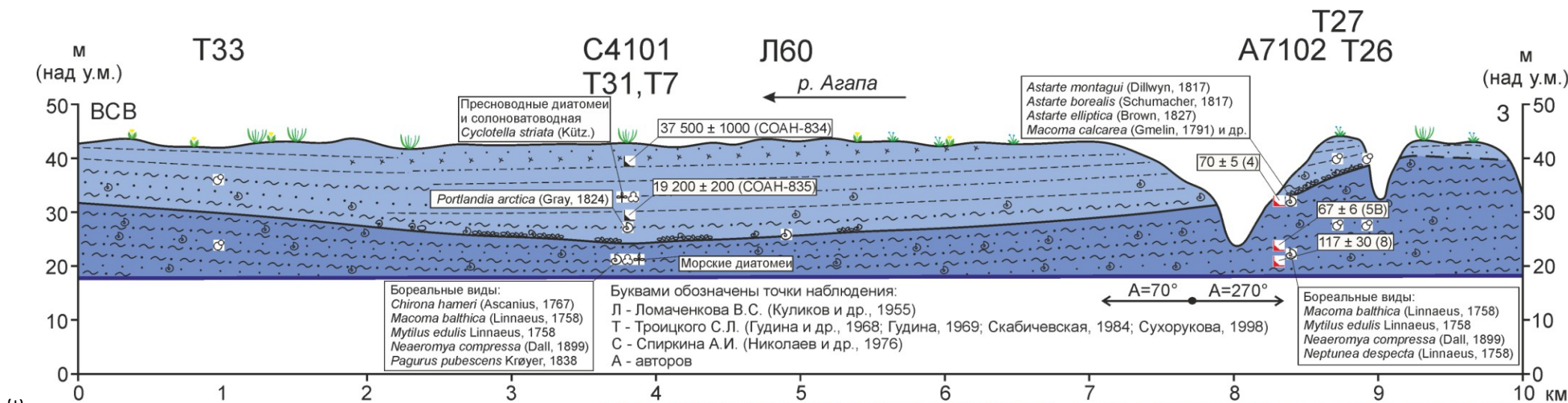
Конечные датировки из подстилающих морскую толщу аллювиальных песков, полученные по растительному детриту (рис. 4.3.1), представляются омоложенными по причинам, указанным в главе «Методика исследований». Наиболее древняя запредельная дата $\geq 52\,540$ л.н. определяет минимально возможный возраст аллювия. Из подошвы морской толщи нами были отобраны образцы на микрофаунистический анализ, оказавшиеся немymi.

Слои 4 и 5, расчищенные нами в верхнем конце обнажения, представляют собой породы сложного генезиса. Вероятнее всего, верхний диамиктон образовался в результате подводных склоновых процессов. Так же объясняется происхождение разбитых на отдельные блоки песков и алевритов из слоя 4. По крайней мере, никаких признаков ледникового происхождения диамиктона нами не обнаружено.

4.4. Обнажение «Чугунковые яры».

Обнажение «Чугунковые яры» (рис. 4.4.1), протягивающееся на 10 км, вскрывает правый борт долины р. Агапы в её нижнем течении, напротив устья р. Западной. На всём своём протяжении оно представляет собой практически вертикальный обрыв высотой до 27 м. Обнажение неоднократно изучалось, в том числе В.С. Ломаченковым (Куликов и др., 1955), С.Л. Троицким, А.И. Спиркиным (Николаев и др., 1976). Нами обнажение описано и опробовано в ТН 7102. Здесь снизу вверх от уреза реки (18 м абс. выс.) вскрываются:

1. 22-31,5 м. Параллельное переслаивание тёмно-серых алевритов, тонкозернистых песков и сизых алевритовых глин. Мощность прослоев от доли 1 мм до 2-3 см. Повсеместно наблюдаются биотурбации и следы зарывания организмов до 8 см глубиной и до 2 см в диаметре. Многочисленны мульды размером до 30x4 см с тонким (менее 1 мм) переслаиванием тонкозернистых песков и алевритов, срезающие друг друга. Иногда в них встречаются линзы растительного детрита



39 Рис. 4.4.1. Схема обнажения «Чугунковые яры».

Условные обозначения

- Переслаивание алевритов и песков с прослоями растительного детрита. Мариний
- Глинистые алевриты с песчаными прослоями. Мариний

Места отбора проб и результаты анализов:

- ⬇ - радиоуглеродное (^{14}C) датирование (л. н.)
- ⬇ - уран-ториевое ($^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$) датирование (тыс. л. н.)
- ⊕ - морские беспозвоночные
- ⊕ - диатомовые водоросли
- ⊕ - фораминиферы
- ⊕ - пыльца и споры

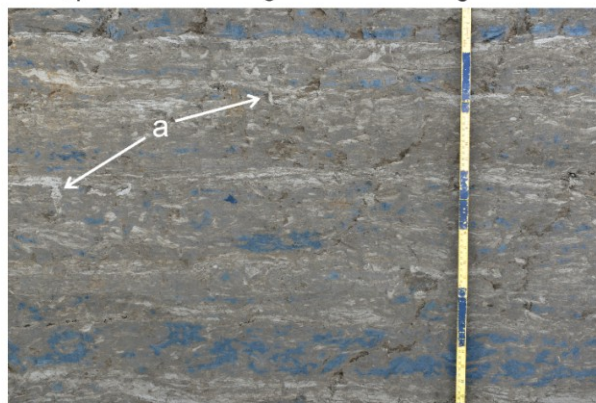


Рис. 4.4.2. Характер текстур в морских отложениях (а - следы зарывания животных) (фото Д.В. Назарова).

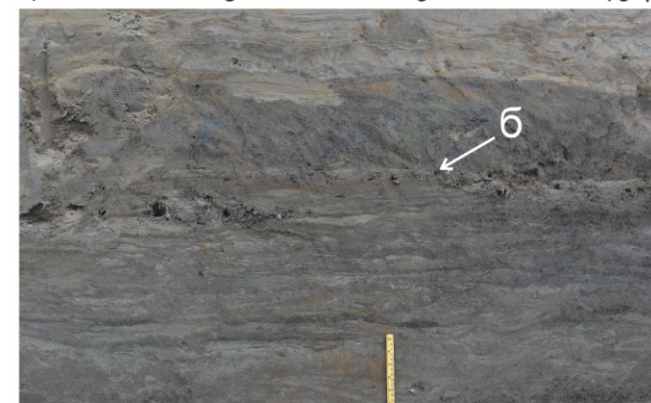


Рис. 4.4.3. Внутриформационный размыв в морских отложениях (б - базальный горизонт) (фото Д.В. Назарова).

размером до 6х4 см. В линзах тонкозернистого песка местами видна рябь течения. Многочисленны шаро- и валикообразные следы взмучивания осадка. Слой содержит обильную фауну морских беспозвоночных (*прил. 1*), среди которой присутствуют бореальные виды: *Macoma balthica* (Linnaeus), *Mytilus edulis* Linnaeus, *Neaeromya compressa* (Dall), *Neptunea despecta* (Linnaeus) (определения А.В. Меркульева и Б.И. Сиренко). По раковинам из этого слоя получено четыре ²³⁰Th/U-датировки (2 раковины по внутренней и внешней фракциям) в диапазоне 117-56 тыс. л.н (*табл. 2, рис. 4.4.1*).

2. 31,5-31,7 Тёмно-коричневый алеврит со слабо различимыми осадочными текстурами. Отделён от нижележащего слоя прерывистым прослоем грубообломочного материала (мелкая галька, гравий, раковины моллюсков) мощностью 1-1,5 см.
3. 31,7-33 м Субпараллельное переслаивание светло-серых песков и тёмно-коричневых алевритов. В верхней части преобладают алевритовые прослои. Встречена единичная галька размером около 5х5 см. Выше задернованный склон.
4. 40,5-43 м. Параллельное переслаивание тёмно-коричневых алевритов и светло-серых песков. Песчаные прослои прерывистые линзовидные мощностью 5-10 см, кверху они утончаются, разбиваются на отдельные линзы. Вся толща сильно биотурбирована.

С.Л. Троицкий считал, что прослой грубообломочного материала, разделяющий слой 2 и 3 (*рис. 4.4.3*), является границей между *казанцевскими* межледниковыми отложениями и позднезырянскими отложениями приледникового морского бассейна, которые были названы им *дюрюсскими*, по названию левого притока р.Агапы р. Бол. Дюрюса, где эти слои были им впервые описаны. Этот исследователь обнаружил резкое фаунистическое обеднение слоёв выше этой границы. В сборах А.И. Спиркина выше границы размыва в точке наблюдения С4101 (*рис. 4.4.1*) С.Л. Троицким отмечаются остатки только одного вида - *Portlandia arctica* (Gray), причём концентрация раковин падает с высотой, а выше 32,5 м фауна полностью отсутствует.

Фауна обнажения «Чугунковые яры» наиболее многочисленна из всех обнажений на р. Агапе как по общему числу экземпляров, так и по количеству представленных видов. С.Л. Троицким здесь было выделено 43 вида морских беспозвоночных. Добавив сюда данные наших сборов и сборов В.С. Ломаченкова, мы довели общее количество видов до 51 (*табл. 3*). К списку С.Л. Троицкого добавились двустворчатые моллюски: *Astarte elliptica* (Brown) и *Mya pseudoarenaria* Schlessch, гастроподы: *Ariadnaria borealis* (Broderip & G. B. Sowerby I), *Buccinum ciliatum* (Fabricius), *Buccinum polium obsoletum* Golikov,

Buccinum terraenovae (Beck in Mörch), *Bulbus striatus* Golikov & Sirenko, *Neptunea despecta* (Linnaeus).

В разрезе Чугунковых яров нам удалось обнаружить слои с *Yoldia* (*прил. 1*, сборы №№ 7102-110, 7102-108) и слои с *Astarte* (сбор № 7102-112), прослеженные С.Л. Троицким на многих обнажениях в бассейне р. Агапы (Николаев и др., 1976). В сборе № 7102-112 отсутствуют бореальные моллюски, в то время как на более низких высотных отметках они встречаются, причём их видовой состав довольно разнообразен. Это говорит о постепенном охлаждении морского бассейна.

О резком изменении условий обитания свидетельствует и диатомовая диаграмма (*рис. 4.4.4*). Количество створок на препарат выше базального горизонта мгновенно уменьшается в 4-5 раз. Полностью исчезают морские виды, сокращается число солоноватоводных и пресноводных видов. Выше 32,5 м солоноватоводные виды исчезают полностью. Таким образом, верхние 7 м разреза содержат исключительно пресноводные и пресноводно-галофильные диатомовые водоросли. Описанная картина указывает на постепенное опреснение морского бассейна. А.И. Спиркин связывает сильное обеднение диатомового комплекса в интервале высот 32,5-41,5 м с обмелением бассейна и возникновением проточного гидрологического режима (Николаев и др., 1976).

Палинологические исследования, произведённые по этому разрезу Е.С. Малясовой, свидетельствуют о том, что слагаемые его осадки формировались в более благоприятных условиях, чем современные. Спорово-пыльцевые спектры указывают на распространение лесотундровых редколесий, которые выше отметки 22 м сменяются ландшафтами кустарниковой (южной) тундры. Результаты палинологических исследований соседних разрезов и карпологического анализа растительного детрита, отобранного в пределах высот 39-40 м, показали, что флоры *дюрюсского* и *казанцевского* времени (по С.Л. Троицкому) очень схожи между собой и отражают существование южной тундры на месте современной типичной тундры (Николаев и др., 1976).

Фораминиферы *дюрюсского* комплекса Чугунковых яров были изучены В.И. Гудиной (1969). Показательно, что он не содержит стеногалинных исландиеллид и кассидулин, а представлен, в основном, эльфидидами, среди которых по числу видов преобладает *Elphidiella groenlandica* (Cushman, 1936), арктическая форма, характерная для опреснённых участков бассейна. Однако в небольшом количестве присутствуют и бореальные виды (*Elphidium boreale*, *Criboelphidium selseyense* (Heron-Allen & Earland, 1911)), что говорит о достаточно благоприятной обстановке. По мнению В.И. Гудиной, данный комплекс характерен для арктического бассейна с пониженной солёностью.

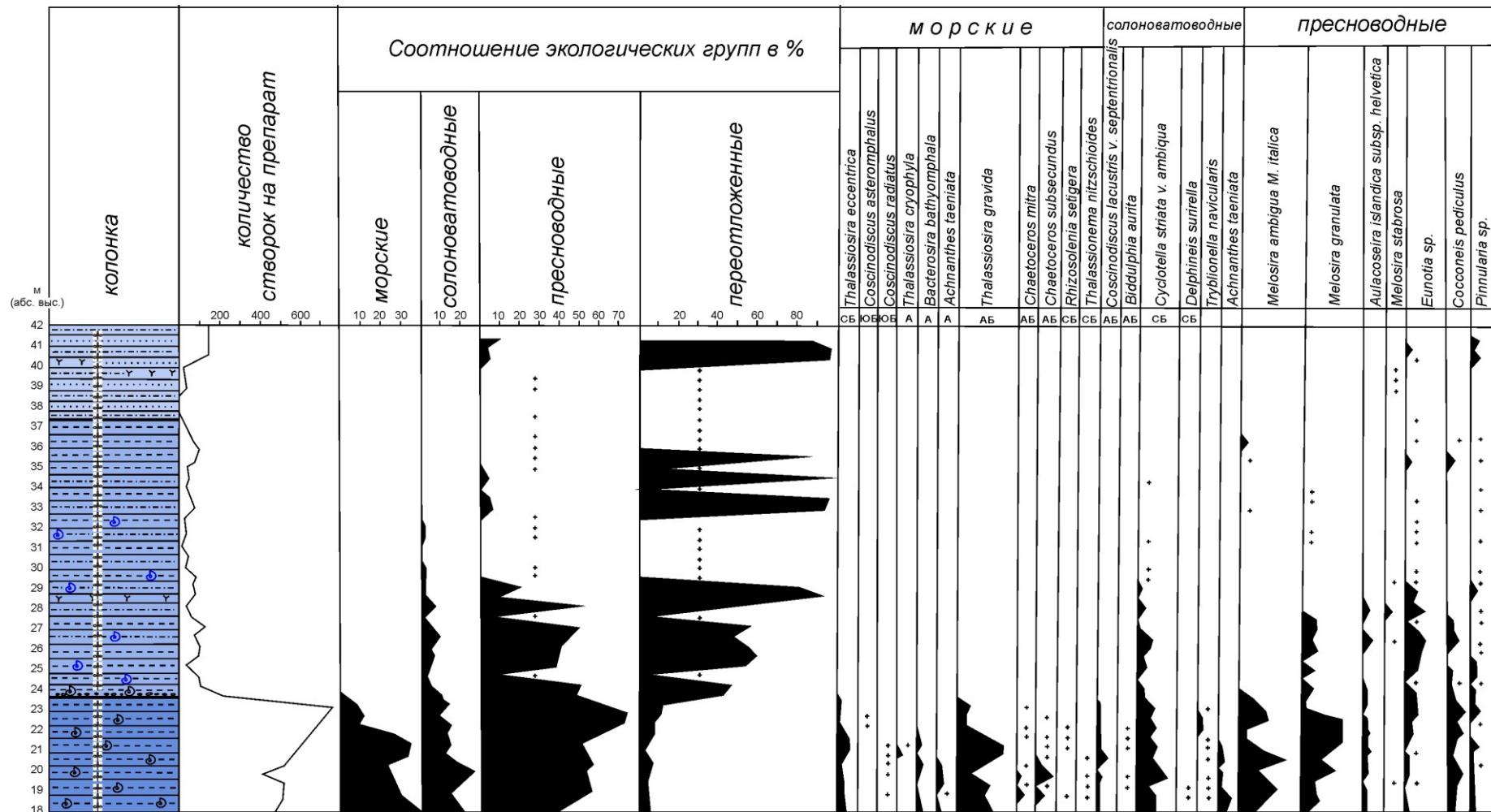


Рис. 4.4.4. Диатомовая диаграмма разреза обн. 4101 (Чугунковые яры) (Николаев и др., 1976, с изменениями).

Условные обозначения

----- - алевриты

..... - пески

----- - песчаные алевриты

Y Y Y - растительный детрит

..... - галька и гравий

☉ ☉ ☉ - раковины *Portlandia arctica* (Gray)

☉ ☉ ☉ - остатки морских беспозвоночных

⊕ - места отбора проб

• - единичные диатомовые водоросли (менее 1%)

ЮБ - южно-бореальные виды;

СБ - северо-бореальные виды;

АБ - аркто-бореальные виды;

А - арктические виды

А.И. Спиркин аргументировано полемизирует с С.Л. Троицким относительно стратиграфии разреза Чугунковых яров (Николаев и др., 1976): «Амплитуды высот кровли нижней (казанцевской, по С.Л. Троицкому) пачки на протяжении 8-ми километрового хорошо обнажённого участка Чугунковых яров составляет 15 м (рис. 4.4.1). Мощность базального горизонта, который должен заключать в себе размытые осадки *зырянского* и *каргинского* времени, на всём протяжении не превышает 5 см. Уже сам характер базального горизонта исключает наличие глубокого размыва, потому что почти невозможно представить, чтобы целых два довольно продолжительных геологических этапа в жизни территории вместились в 1-5 сантиметровый песчаный прослой. 15-метровая амплитуда кровли, резкая смена биоценозов и даже факт наличия прибрежных фаций портландиевых слоёв не является решающим доказательством такого типа размыва, поскольку рельеф морского дна, существовавший к моменту накопления ингрессионных осадков, отличался сильной расчленённостью на всей территории Западной Сибири. Поэтому, естественно, что в регрессивную фазу, обусловленную, по-видимому, гляциоизостатическими поднятиями или иными причинами, происходили кардинальные изменения фациальной обстановки бассейна. В этот период появляются более или менее обширные участки суши, бывшие банки превращаются в острова. При сокращении бассейна образуются изолированные от него водоёмы, заливы и т.д., которые имели свою береговую зону, где происходило формирование соответствующих фаций. Осадки последних, как правило, вкладывались в отложения осушенных поверхностей».

По ряду раковин, отобранных из отложений Чугунковых яров, получены уран-ториевые датировки (табл. 2). Судя по величинам отношений $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ и $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ все исследованные раковины загрязнились изотопами уранового ряда после захоронения, поэтому ни одну из дат нельзя считать полностью достоверной. Тем не менее, наиболее близкой к реальному возрасту, скорее всего, является самая древняя из полученных датировок по толстостенной раковине гастроподы *Neptunea heros* (Gray), отобранной на высоте 21 м (рис. 4.4.1). Для внешней фракции этого образца урановое отношение составляет $1,206 \pm 0,166$, что очень близко к среднему значению в современной морской воде. Уран-ториевый возраст, осреднённый на раковину целиком, равен 117 ± 30 тыс. лет (8А). Из-за очень низкой активности урана в образце возраст внутренней фракции определить не удалось. С этим же связана высокая погрешность датирования.

По внешним фракциям тонкостенных створок моллюсков *Ciliatocardium ciliatum* (Fabricius) получено две даты: 67 ± 6 тыс. лет назад (5В) по раковине, отобранной в интервале высот 23,5-25 м, и 32 ± 2 тыс. лет назад 6В по подъёмному материалу. Очевидно, что обе датировки сильно омоложены. Для обоих образцов отмечается

превышение концентрации урана во внутренней фракции относительно внешней. Это может говорить о вторичной перекристаллизации карбоната кальция раковин. Стоит заметить, что подобная инверсия не отмечена у других видов моллюсков.

В ТН 4101 из верхней пачки получено две радиоуглеродные датировки: $37\,500 \pm 1\,000$ (СОАН-834) по растительному детриту, отобранному на высоте 39-40 м и $19\,200 \pm 200$ (СОАН-835) по раковине *Portlandia arctica*. Обращает на себя внимание инверсия возрастов. Радиоуглеродное датирование раковин, вообще, крайне ненадёжно (Антропоген, 1982), но возраст, полученный по растительному детриту, также представляется заниженным. Для достоверного определения возраста толщи осадков радиоуглеродным методом необходима серия датировок на разных высотных отметках без инверсий.

4.5. Обнажение «Мыс Колхозника».

Обнажение «Мыс Колхозника» находится на правом берегу р. Агапы при впадении в неё р. Южной (Бидерамы-Бигай). Мыс при слиянии двух рек имеет название – мыс Колхозника. Здесь расположена точка наблюдения 7104 нашего маршрута и здесь же были проведены исследования С.Л. Троицким (Гудина и др., 1968) в ТН 34. Морская толща здесь смята в антиклинальную складку. В ядре складки, по С.Л. Троицкому, выступают *казанцевские* пески с бореальной фауной *Arctica islandica* (Linnaeus, 1767). Выше они перекрыты *казанцевскими* морскими алевритами и глинами (рис. 4.5.1). Обрывы в правом борту долины р. Агапы имеют высоту до 20 м. Бровка обнажения продолжается пологонаклонной поверхностью, поднимающейся в южном и юго-западном направлении до абсолютных отметок 60 м и более. В ТН 7104 снизу вверх от уреза воды (17 м абс. выс.) вскрываются:

Нижние 7 м осыпь.

1. 24-29 м. Переслаивание светло-серых песков с рябью волнения (отдельные дюнки размером 30x10 см), флазерной слоистостью и параллельнослоистых. В нижней части расчистки 3 прослоя иссиня-чёрных алевритов мощностью 5-10 см. Выше пески разбиты на отдельные блоки: на некоторых участках водно-осадочные текстуры не различимы. В кровле слоя наблюдается линзовидный прослой параллельнослоистых песков мощностью до 60 см с включениями глинисто-алевритовой гальки и гравия.

На контакте ярко выраженный базальный горизонт с галькой, гравием и раковинами моллюсков.

2. 29-37 м. Параллельное переслаивание тёмно-коричневых песчаных алевритов с тонкими линзовидными прослоями тонкозернистых песков с рябью волнения. На



Рис. 4.5.1. Схема обнажения «Мыс Колхозника» (фото Д.В. Назарова).

контакте с нижележащим слоем многочисленные ихнофоссилии, уходящие вниз от контакта на глубину до 6 см и заполненные алевритами из данного слоя. Встречаются многочисленные раковины двустворчатых моллюсков и гастропод. В сборе из данного слоя А.В. Меркульевым определены: *Astarte borealis* (Schumacher, 1817), *Buccinum scalariforme* Møller, 1842, *Buccinum terraenovae* (Beck in Mörch, 1869), *Ciliatocardium ciliatum* (Fabricius, 1780), *Cryptonatica affinis* (Gmelin, 1791), *Cylichna alba* (Brown, 1827), *Ennucula tenuis* (Montagu, 1808), *Euspira pallida* (Broderip, Sowerby, 1829), *Hiatella arctica* (Linnaeus, 1767) *Macoma calcarea* (Gmelin, 1791), *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758, *Neptunea heros* (Gray, 1850), *Yoldia hyperborea* (Gould, 1841).

Пески нижней пачки сохранили выразительные текстуры флазерной слоистости, симметричной и асимметричной ряби волнения (рис. 4.5.2, 4.5.3). Особенности образования флазерной слоистости были подробно освещены при описании обнажения «Ечеда». Асимметричная рябь волнения в разрезе очень похожа на мелкую рябь течения.



Рис. 4.5.2. Асимметричная рябь волнения (фото Д.В. Назарова).

Так же, как и рябь течения, она обладает крутой подветренной и пологой наветренной сторонами (Рейнек, Сингх, 1981). Различать эти два типа ряби позволяет индекс симметрии (RSI). Он равен отношению длин горизонтальных проекций наветренной и подветренной сторон. Для ряби волнения эта величина не превышает 3, тогда как для ряби течения – больше 2,5. В нашем случае RSI не превышает 1,5-2, поэтому

можно с уверенностью говорить о волновой природе наблюдаемой ряби. Рябь волнения образуется в результате воздействия волн на несвязную поверхность. На открытом шельфе глубина воздействия крупных волн на донные отложения может достигать 100 и даже 200 м. Асимметричная рябь волнения образуется благодаря разности скоростей движения частиц воды вперёд и назад.

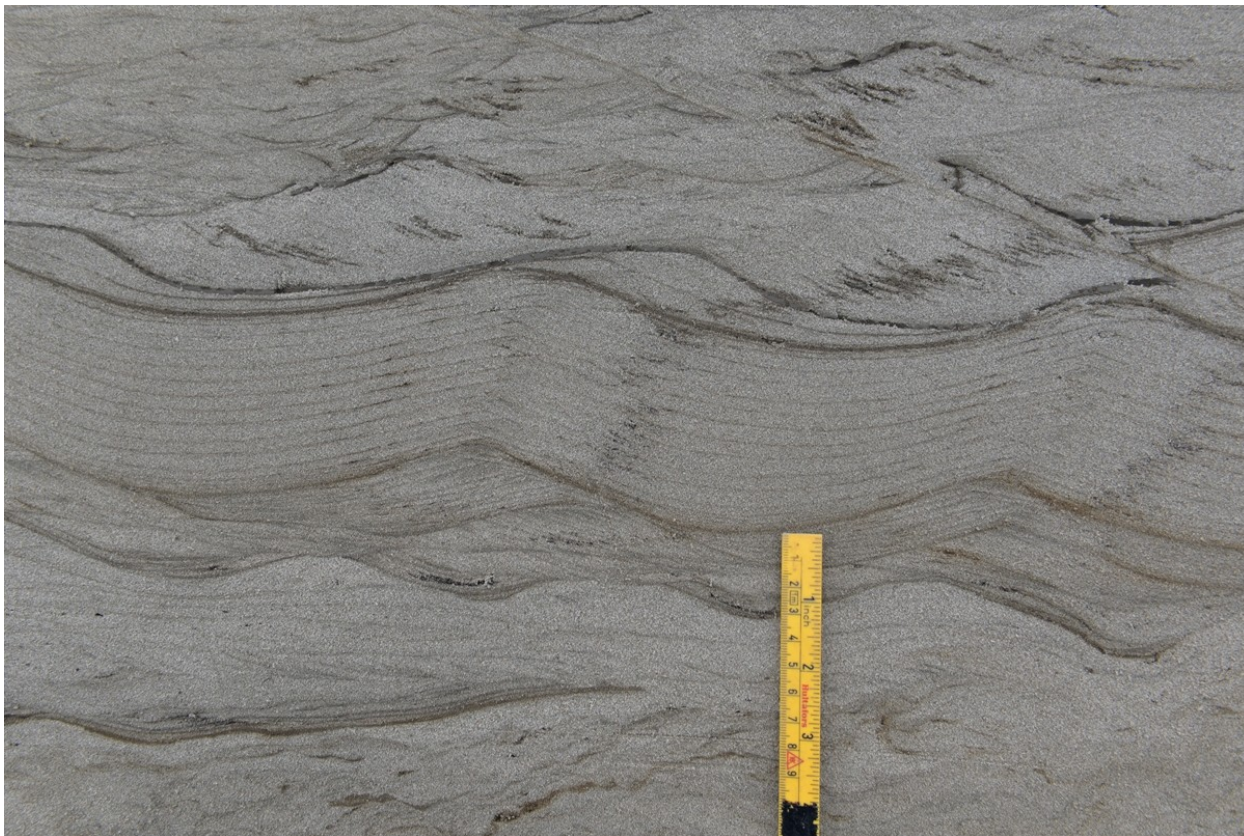


Рис. 3.5.3. Симметричная рябь волнения с шевронной слоистостью (фото Д.В. Назарова).

Симметричная рябь волнения отличается симметричной формой её гребней. Она характеризуется шевронной слоистостью, когда слойки соединяются в центральной замковой зоне черепицеобразно, часто перекрывая друг друга (рис. 4.5.3). Образуется такая рябь на мелководье при приблизительно одинаковых скоростях движения воды вперёд и назад. Как правило, такие условия недолговечны, что прекрасно видно на фотографии: тонкий прослой с шевронной слоистостью ограничен сверху и снизу текстурами асимметричной ряби волнения.

Смена песчаных фаций алевритовыми и наличие базального горизонта говорит о быстрой трансгрессии моря с отступанием береговой линии в сторону суши. На контакте пачек наблюдаются многочисленные следы обитания моллюсков, прослеживающиеся на глубину до 6 см и заполненные илом (рис. 4.5.4).

Сборы моллюсков были произведены в двух точках в разных частях обнажения (на высотах 26 м (обр. 7104-113) и 29 м (обр. 7104-121)) (рис. 4.5.1). Так как слои имеют

нарушенное залегание, вероятно, точка на высоте 26 м находится стратиграфически выше. В целом, комплексы моллюсков в обоих сборах схожи. Принципиальное значение имеет только наличие обломков раковины амфибореального моллюска *Mytilus edulis* Linnaeus в сборе 7104-113. Однако находки этого вида единичны, поэтому можно говорить, что фаунистические комплексы аналогичны. Они характеризуют условия литорали-сублиторали с положительными придонными температурами.



Рис. 4.5.4. Ихнофоссилии на контакте песчаной и алевритовой пачек (фото Д.В. Назарова).

Глава 5. Стратиграфическое положение морской толщи

5.1. Региональная корреляция морской толщи

Анализ приведённых в предыдущей главе данных позволяет отнести значительную часть видимого разреза территории к морским образованиям. На это указывают следующие факты:

- 1) На всей территории отложения данной толщи представлены параллельным переслаиванием песков, алевроитов и глин. Отдельные слои рыхлых пород сохранили текстуры, характерные для морских осадков, такие как флазерная и линзовидная слоистость, симметричная и асимметричная рябь волнения, ихнофоссилии и др.
- 2) Слоистая толща содержит обильные остатки фауны морских моллюсков. Многие моллюски класса *Bivalvia* были захоронены и обнаружены в положении с двумя створками. Отмеченные многочисленные ихнофоссилии позволяют говорить об автохтонном происхождении раковин моллюсков. Кроме того, здесь обнаружены многочисленные фораминиферы и морские диатомеи.
- 3) Во многих местах выходы параллельнослоистых пород покрыты белёсой соляной коркой.
- 4) Кровля параллельнослоистой толщи, выходящая на дневную поверхность, представляет собой субгоризонтальные площадки с абсолютными отметками до 75-80 м. Она хорошо дешифрируется как на топографических картах, так и на фотоснимках. От невыдержанных по высоте возвышенностей такие площадки отделены чёткими уступами, которые также хорошо прослеживаются на топографических картах.

Межледниковые условия формирования отложений морской толщи устанавливаются на основании анализа палеонтологических находок. Все сделанные нами и предшественниками анализы показывают, что климатические условия, в которых формировалась данная толща, были значительно более благоприятными, чем существуют здесь в настоящее время. Были получены следующие результаты:

- 1) Морская толща содержит обильные остатки фауны бореальных моллюсков: *Arctica islandica* (Linnaeus, 1767), *Macoma balthica* (Linnaeus, 1758), *Mya arenaria* Linnaeus, 1758, *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758, *Neaeromya compressa* (Dall, 1899), *Buccinum undatum* Linnaeus, 1758, *Neptunea despecta* (Linnaeus, 1758) - и ракообразных: *Chirona hameri* (Ascanius, 1767), *Pagurus pubescens* Krøyer, 1838. *Macoma balthica* и *Mytilus edulis* встречаются колониями, где количество экземпляров на квадратный метр горизонтальной поверхности превышает несколько сотен.

- 2) Морские отложения содержат большое количество бореальных фораминифер и единичные экземпляры бореально-лузитанских и лузитанских видов: *Guttulina lactea* (Walk. et Jacobs.), *Sigmomorphina* sp. (aff. *undulosa*).
- 3) Диатомовый комплекс также включает в себя бореальные виды, в том числе южно-бореальные: *Coscinodiscus asteromphalus* Ehrenberg, 1844, *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg, 1840 и др.
- 4) Палинологические и карпологические исследования показали существование южной тундры на месте современной типичной тундры в бассейне нижнего течения р. Агапы.

Геохронометрические исследования радиоуглеродным и уран-ториевым методами дали противоречивые результаты. Радиоуглеродные даты по растительному детриту из подстилающих морскую толщу аллювиальных песков в обнажении «Ечеда» лежат в диапазоне от 35 080 л.н. (СОАН-1054А) (Николаев и др., 1976) до $\geq 52\ 540$ л.н. (ЛУ-7757). По раковинам и растительному детриту из морских отложений также получены как конечные ($19\ 200 \pm 200$ л.н. (СОАН-835), $37\ 500 \pm 1\ 000$ л.н. (СОАН-834) и др.), так и запредельные ($\geq 40\ 000$ л.н. (МГУ-507), $\geq 40\ 000$ л.н. (МГУ-508) и др.) радиоуглеродные датировки (Николаев, 1976). Вероятно, более древние датировки достовернее, чем молодые. Таким образом, можно с большой долей уверенности говорить, что возраст морской толщи превышает 40 000 радиоуглеродных лет.

Уран-ториевые датировки по раковинам моллюсков лежат в диапазоне от 136 до 28 тыс. лет назад. Так же, как и в предыдущем случае, наиболее достоверны более древние датировки. Это датировка 136 ± 31 л.н. по внутренней фракции раковины *Mytilus edulis* и датировка 117 ± 30 л.н. по целой раковине *Neptunea heros*.

Морская слоистая толща подстилается массивным глинисто-алевритовым диамиктоном с галькой и валунами, который по ряду признаков следует отнести к ледниковым образованиям (основной морене):

- 1) В диамиктоне встречаются характерные для основной морены текстуры вязко-пластичного течения,
- 2) Многие валуны, включённые в диамиктон, имеют форму ледогранников.
- 3) В обнажении «Еновей» наблюдается гляциодинамический контакт между песчаным полосчатым диамиктоном и подстилающими аллювиальными песками. Пески на контакте вытянуты в складки волочения.
- 4) По простиранию диамикты сменяются грубозернистым материалом с преобладанием валунных суглинков (Николаев, 1976). На водоразделах высотой более 80 м они выходят на поверхность.

Беря во внимание совокупность приведённых выше выводов, а именно: приповерхностное положение морской толщи, межледниковые условия её формирования, залегание на кровле морены и уран-ториевый возраст 136-117 тыс. лет,- можно однозначно скоррелировать её с *каргинским* горизонтом, который согласно схеме, предложенной в публикации В.И Астахова и Д.В. Назарова (2010) для севера Западной Сибири (*табл.3*), соответствует первой ступени верхнего неоплейстоцена.

Таблица 3. Результаты корреляции верхнего неоплейстоцена на севере Западной Сибири (Астахов, Назаров, 2010).

Региональные корреляционные горизонты	Наиболее представительные разрезы	Характерные осадочные образования	Геохронометрические метки, тыс. лет назад	Дальняя корреляция	
				Хроностратиграфия Западной Европы	Морские изотопные стадии
Сеяхинский	Устье р. Сеяха, Марресале	Лессовидные алевриты с ледяными жилами, эоловые пески, остатки мамонтовой фауны	$^{14}\text{C} = 28-12$; OSL, IRSL = 33-13	Поздняя висла	2
Варьяхинский	Марресале, устье р. Сеяха	Озерно-термокарстовые и болотные отложения, аллювий II террасы, прослой лессовидных пород, мерзлые мамонты	$^{14}\text{C} = 37-28$; OSL, IRSL = 45-35		Средняя висла
Зырянский	Реки Зырянка, Малая Хета, Юрибей на Гыдане, Сангомпан на Оби	Комплекс последнего покровного оледенения: моренные диамикты, реликтовые глетчерные льды, ледниково-озерные ритмиты, флювиальные пески, лессовидные алевриты, зандровые пески	OSL = 108-54, среднее 75 из 34 дат	Ранняя висла	
Малохетский (= каргинский)	Р. Малая Хета, мыс Каргинский, Мыс Наблюдений, Шурьшкары, Пяк-Яха	Межледниковый аллювий, морские слои с бореальной малакофауной, торфяники	ЭПР = 122; U/Th = 141;133, OSL = 160-100, среднее 127 из 26 дат	Эемское межледниковье	5
Последний (санчуговский) криомер среднего неоплейстоцена	Никитинский яр на Енисее, салемальский берег Оби, салехардский профиль скважин	Моренные диамикты, ледниково-озерные ритмиты, флювиогляциальные пески	OSL = от 305 до 130, среднее 185 из 9 дат	Заальское ледниковье	6

Впервые *каргинские* отложения были выделены В.Н. Саксом в нижнем течении р. Енисей. К ним были отнесены осадки, слагающие 30-40 метровую террасу близ мыса Каргинского (Сакс, Антонов, 1945; Сакс, 1953). Из морских отложений в районе мыса Каргинского в разные годы радиоуглеродным методом датировались образцы древесины, растительного детрита и раковин. Все конечные датировки лежат в интервале 56-37 тыс. лет назад, то есть находятся на пределе датирования метода. Также имеется несколько запредельных датировок (Кинд, 1974).

В главе «Методика исследований» поясняется, что даже по образцу, имеющему реальный возраст более 100 тыс. лет, можно получить конечную радиоуглеродную дату. С этими доводами согласуется ЭПР-датировка 121,9 тыс. л.н. (Архипов, 1990) и 6 ОСЛ-датировок со средним значением 111 тыс. л.н. (Nazarov & Henriksen, 2010), полученные из

морских отложений мыса Каргинского. В результате морские слои стратотипа *каргинского* горизонта были отнесены к *казанцевскому* горизонту (Унифицированная..., 2010), а *каргинский* горизонт, соответствующий МИС-3, был оставлен в региональной схеме без стратотипа.

В 2006 году В.И. Астаховым была предложена новая хроностратиграфическая схема верхнего неоплейстоцена севера Западной Сибири, впоследствии усовершенствованная (Астахов, Назаров, 2010). Исследованиями последних лет (Васильчук Ю.К. и др., 1984; Vasil'chuk Y., Vasil'chuk A., 1998; Forman et al., 2002; Астахов, Назаров, 2010 и др.) выявлено, что в период, соответствующий МИС3-2, на севере Сибири господствовали субаэральные условия. Отложения этого периода представлены эоловыми и частично флювиальными песками и алевритами едомного типа с крупными жилами повторно-жильных льдов и остатками мамонтовой фауны. Из едомных толщ получены сотни датировок методами ОСЛ и AMS ^{14}C в интервале 50-20 тыс. л.н., поэтому их возраст не вызывает сомнений.

Каргинские отложения содержат остатки фауны морских беспозвоночных, отличающейся большим разнообразием. С.Л. Троицким (1966) было установлено, что фауна *каргинского* и *казанцевского* горизонта не имеет кардинальных различий. В настоящее время некоторые исследователи (Астахов, 2006) считают, что в слоях, описанных ранее как *казанцевские*, в отличие от *каргинских*, встречается вымерший моллюск *Cyrtodaria jenniseae* Sachs, 1953. С. Фундер (Геологический музей Копенгагенского университета) утверждает об идентичности этого моллюска вымершей до позднего неоплейстоцена *Cyrtodariae angusta* (Nyst et Westendorp, 1839). Р.Л. Мерклин и В.С. Зархидзе (1979) считают, что *Cyrtodaria angusta jenniseae* Sachs является подвидом вышеназванного моллюска. А.В. Крылов с соавторами (2014) настаивают на том, что это два разных вида и, опираясь на результаты $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ -датирования, утверждают, что оба они вымерли в эоплейстоцене.

Каргинская морская толща подстилается мореной, которую следует скоррелировать с *санчуговским* горизонтом. Санчуговский горизонт впервые был выделен В.Н. Саксом в бассейне нижнего Енисея, на левом берегу р. Санчуговки, в 2,5 от Усть-Порта (Сакс, 1939). Мощную толщу маловалунных диамиктонов с рассеянной фауной моллюсков, В.Н. Сакс описал как морскую. Позже Ф.А. Каплянкой и В.Д. Тарноградским было проведено специальное седиментологическое исследование нижеенисейского стратотипа. Оно продемонстрировало ледниковую природу санчуговских диамиктов, обнаруживающих все черты основной морены, включая незакономерные примеси

остатков морской фауны (в том числе меловой) и блоки переотложенных морских глин и песков (Каплянская, Тарноградский, 1975).

5.1. Максимум каргинской трансгрессии в бассейне р. Агапы.

Максимум *каргинской* трансгрессии в бассейне р. Агапы определяется по абсолютной высоте подножия уступа, отделяющего террасовидные площадки, сложенные морскими отложениями, от невыдержанных по высоте водораздельных возвышенностей. В среднем она соответствует отметкам 75-80 м абс. выс. С этими данными согласуется отрисовка морской толщи на четвертичных картах предшественников (Геологическая..., 1970, Николаев, 1976). Этими же высотами ограничено подавляющее большинство находок остатков морской тепловодной фауны (Николаев, 1976). Однако существуют и данные, которые, на первый взгляд, противоречат такой точке зрения.

Максимальные отметки, на которых А.И. Спиркиным (Николаев, 1976) отмечены морские отложения, составляют 90-100 м. Им отмечается постепенное увеличение роли песков в морских отложениях при движении вверх по течению р. Бинунда-Бигай, правого притока р. Агапы. В ТН 3267, расположенной в верховьях р. Бинунда-Бигай, А.И. Спиркиным описан следующий разрез (сверху вниз):

1. Галечник с гравийно-песчаным цементом. Галька хорошо окатана и имеет размеры от 1 см до 5-7 см. состав гальки трапповый. Мощность галечника около 3 метров.
2. Пески светлые, слегка желтоватые, разнозернистые, хорошо промытые, с редкой мелкой галькой. Отмечаются тонкие (до 1-2 см) субгоризонтальные прослойки песчаных глин. Видимая мощность песков около 3 метров.

В точках наблюдения 3268 и 4167 на абсолютных высотах 90-100 м появляются выходы валунных суглинков, вероятно, ледникового происхождения.

По мнению А.И. Спиркина, описанный разрез соответствует прибрежным фациям морского бассейна. Мы считаем, что это, вероятно, флювиогляциальные отложения. По крайней мере, данного описания недостаточно, для того чтобы установить морское происхождение осадков. В песках и галечниках отсутствует фауна, кроме того, не указана форма окатанной гальки (известно, что для морских побережий характерны уплощённые формы).

В ТН 3235, расположенной в 2 км к западу от истоку ручья Чёрный, на склоне возвышенности высотой 110 м абс. выс. вскрываются светло-серые средне- и крупнозернистые пески с обильной фауной (98-100 м абс. выс.): *Ariadnaria borealis* (Broderip & G. B. Sowerby I, 1829), *Astarte borealis* (Schumacher, 1817), *Balanus sp.*, *Buccinum polare* Gray, 1839, *Hiatella arctica* (Linnaeus, 1767), *Neptunea communis* (Middendorff, 1848), *Neptunea ventricosa* (Gmelin, 1791), *Oenopota sp.*,

Tachyrhynchus sp. По мнению С.Л. Троицкого такое высокое гипсометрическое положение морских осадков может быть связано с поднятием вследствие региональных тектонических движений или в результате ледниковых деформаций при образовании краевого моренного комплекса на Водоразделе Пуры и Агапы (Николаев, 1976).

Таким образом, следует принять отметку 80 м абс. выс. за максимум *каргинской* трансгрессии в бассейне р. Агапы. Минимальные отметки, на которых в данной районе отмечены морские *каргинские* отложения, приурочены к низовьям р. Агапы и соответствуют меженному урезу воды в реке - 14-15 м абс. выс.

Заключение

1) Проведённые исследования выявили, что в бассейне среднего и нижнего течения р. Агапы в приповерхностной части разреза залегает единая непрерывная морская толща с тепловодной фауной. На основании её надморенного стратиграфического положения и уран-ториевых датировок, морская толща была скоррелирована с *каргинским* горизонтом, соответствующим первой ступени верхнего неоплейстоцена. Максимум *каргинской* трансгрессии в исследованном районе достигал 75-80 м абс. выс.

2) Морская толща в бассейне р. Агапы представлена разнообразными шельфовыми фациями. Нами наблюдались приливно-отливные, лагунные, биотурбациевые фации.

3) В *каргинских* отложениях в бассейне р. Агапы нами отмечены раковины морских моллюсков, отсутствующие в сборах предшественников: *Buccinum polium obsoletum* Golikov, 1980, *Buccinum terraenovae* (Beck in Mörch, 1869) и *Bulbus striatus* Golikov & Sirenko, 1983.

4) Впервые получены результаты уран-ториевого датирования по раковинам из *каргинских* отложений в бассейне р. Агапы. В диапазоне полученных дат 136-28 тыс. л. н. наиболее достоверными представляются самые древние: 136 ± 31 тыс. л.н. по внутренней фракции раковины *Mytilus edulis* и 117 ± 30 тыс. л.н. по целой раковине *Neptunea heros*. Выяснено, что толстостенные раковины *Neptunea heros* лучше других раковин подходят для уран-ториевого датирования, в то время как створки *Ciliatocardium ciliatum*, вероятно, подвержены вторичной перекристаллизации, что ведёт к сильному омоложению уран-ториевого возраста.

Список литературы

Опубликованные материалы:

1. Антропоген Таймыра (под ред. Н.В. Кинд, Б.Н. Леонова). М. Наука, 1982.
2. Арсланов Х.А. Радиоуглерод: геохимия и геохронология. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. 300 с.
3. Архипов С.А. Объяснительная записка к региональной стратиграфической схеме Западно-Сибирской равнины. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1990. 95 с.
4. Астахов В.И. О хроностратиграфических подразделениях позднего плейстоцена Сибири // Геология и геофизика, 2006, т. 47, № 11, с. 1207-1220.
5. Астахов В.И. Средний и поздний неоплейстоцен ледниковой зоны Западной Сибири: проблемы стратиграфии и палеогеографии // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода, 2009, № 69, с. 8-24.
6. Астахов В.И., Назаров Д.В. Стратиграфия верхнего неоплейстоцена севера Западной Сибири и её геохронометрическое обоснование // Региональная геология и металлогения, № 43, 2010, с. 36-47.
7. Бейзель А.Л. Гляциодислокации в верхнемеловых отложениях бассейна р. Пясины // Геология и геофизика. 1990. № 4. С. 73-78.
8. Вагнер Г.А. Научные методы датирования в геологии, археологии и истории. Москва: Техносфера, 2006. 576 с.
9. Васильчук Ю.К., Васильчук А.К., Трофимов В.Т. Новые данные об условиях накопления каргинских отложений на севере Западной Сибири // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. 1984. № 53. С. 28–35.
10. Геология СССР. Красноярский край. Том XV. Часть 1. Геологическое описание (под ред. Ю.А. Кузнецова, И.В. Лучицкого). Л.: Госгеолтехиздат, 1961.
11. Гудина В.И. Морской плейстоцен сибирских равнин. Фораминиферы Енисейского Севера. М.: Наука, 1969.
12. Гудина В.И., Нуждина Н.А., Троицкий С.Л. Новые данные о морском плейстоцене Таймырской низменности // Геология и геофизика, 1968, № 1, с. 40-48.
13. Жирков И.А. Жизнь на дне. Био-экология и био-география бентоса. 2010.
14. Каплянская Ф.А., Тарноградский В.Д. Происхождение санчуговской толщи и проблема соотношения оледенений и морских трансгрессий на севере Западной Сибири // Колебания уровня Мирового океана в плейстоцене. Л.: Географическое общество СССР, 1975. С. 53–95.
15. Кинд Н.В. Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. Москва. Издательство "Наука", 1974.

16. Крылов А.В., Гусев Е.А., Кузнецов А.Б., Зархидзе Д.В. Значение моллюсков рода *Cyrtodaria* для стратиграфии кайнозойских отложений Арктики. Проблемы Арктики и Антарктики // Проблемы Арктики и Антарктики. 2014. № 4(102). С. 5-23.
17. Кузнецов В.Ю. Радиохронология четвертичных отложений. СПб.: Комильфо, 2008. 312 с.
18. Мерклин Р.Л., Зархидзе В.С., Ильина Л.Б. Определитель морских плиоцен-плейстоценовых моллюсков Северо-Востока европейской части СССР. Труды Палеонтологического института, т. 173. М.: Наука, 1979. 96 с.
19. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Том 1 (РСФСР), вып. 12 (Бассейны Енисея (без бассейна Ангары) и Пясины). Л.: Гидрометеиздат, 1985.
20. Наумов А. Д. Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт эколого-фаунистического анализа. – СПб., 2006. 367 с.
21. Обстановки осадконакопления и фации: В 2-х т.: Пер. с англ. Под ред. Х. Рединга. М.: Мир, 1990.
22. Петров О.М. Стратиграфия и фауна морских моллюсков четвертичных отложений Чукотского полуострова // Труды ГИН АН СССР, вып. 155. М., «Наука», 1966.
23. Рейнек Г.-Э., Сингх И.Б. Обстановки терригенного осадконакопления (с рассмотрением терригенных кластических осадков). Пер. с англ. М.: Недра, 1981, 439 с.
24. Сакс В.Н. Новые данные о геологическом строении района Усть-Енисейского порта // Проблемы Арктики. Изд-во Главсевморпути, Л., 1939, № 10-11, с. 40-46.
25. Сакс В.Н. Новые данные о геологическом строении бассейна реки Пясины // Труды ГГУ Главсевморпути, 1945, вып. 16, с. 3-64.
26. Сакс В.Н. Четвертичный период в Советской Арктике. Труды Инст. геол. Арктики, т. 77, Л., 1953.
27. Сакс В.Н., Антонов К.В. Четвертичные отложения и геоморфология района Усть-Енисейского порта // Труды ГГУ Главсевморпути, 1945, вып. 16, с. 65-117.
28. Скабичевская Н.А. Средне-позднечетвертичные диатомеи Приенисейского Севера. М.: Наука, 1984.
29. Сухорукова С.С. Опорный разрез морских отложений и колебания климата казанцевского (земского) межледниковья (север Сибири) // Геология и геофизика. 1998. Т. 39. № 1. С. 74-84.
30. Троицкий С. Л. Четвертичные отложения и рельеф равнинных территорий Енисейского залива и прилегающей части гор Бырранга. М.: Наука, 1966. 200 с.
31. Троицкий С.Л. Морской плейстоцен Сибирских равнин. Новосибирск. Издательство «Наука», Сибирское отделение. 1979.

32. Унифицированная региональная стратиграфическая схема четвертичных отложений Средней Сибири (Таймыр, Сибирская платформа). Новосибирск, 2010.
33. Arslanov Kh.A., Tertychny N.I., Kuznetsov V.Yu., Chernov S.B., Lokshin N.V., Gerasimova S.A., Maksimov F.E., Dodonov A.E. $^{230}\text{Th}/\text{U}$ and ^{14}C dating of mollusc shells from the coasts of the Caspian, Barents, White and Black Seas // *Geochronometria*, Vol. 21, 2002. P. 49–56.
34. Forman S.L., Ingólfsson Ó., Gataullin V., Manley W., Lockrantz H. Late Quaternary stratigraphy, glacial limits, and paleoenvironments of the Marresale area, western Yamal Peninsula, Russia // *Quaternary Research*. 2002. Vol. 57. P. 355–370.
35. Jakobsson, M., L. A. Mayer, B. Coakley, J. A. Dowdeswell, S. Forbes, B. Fridman, H. Hodnesdal, R. Noormets, R. Pedersen, M. Rebesco, H.-W. Schenke, Y. Zarayskaya A, D. Accettella, A. Armstrong, R. M. Anderson, P. Bienhoff, A. Camerlenghi, I. Church, M. Edwards, J. V. Gardner, J. K. Hall, B. Hell, O. B. Hestvik, Y. Kristoffersen, C. Marcussen, R. Mohammad, D. Mosher, S. V. Nghiem, M. T. Pedrosa, P. G. Travaglini, and P. Weatherall, The International Bathymetric Chart of the Arctic Ocean (IBCAO) Version 3.0, *Geophysical Research Letters*, 2012.
36. Kaufman A., Broecker W.S., Ku T.-L. and Thurber D.L. The status of U-series methods of mollusc dating // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1971. 35 (11). P. 1155-1183.
37. Kaufman A., Broecker W. S. Comparison of Th^{230} and C^{14} ages for carbonate materials from lakes Lahontan and Bonneville // *Journal of Geophysical Research*. 1965. Vol. 70. P. 4039-4054.
38. McLaren S.J., Rowe P.J. The reliability of uranium-series mollusc dates from the western Mediterranean basin // *Quaternary Science Reviews*. 1996. Vol. 15. P. 709-717.
39. Nazarov D., Henriksen M. New data on Quaternary stratigraphy of the Lower Yenisei area, Arctic Siberia. Arctic paleoclimate proxies and chronologies: APEX Fourth International Conference. Höfn , Iceland . Abstract volume. 2010. P. 62-63.
40. Razjigaeva N., Ganzey L., Grebennikova L., Belyanina N., Ivanova E., Lebedev A., Maksimov F., Kuznetsov Yu. Environmental changes at final warming of Middle Pleistocene (MIS 7) in South Kurils // *Quaternary International*. 2015. Vol. 355. P. 90-100.
41. Vasil'chuk Yu. K., Vasil'chuk A.C. ^{14}C and ^{18}O in Siberian Syngenetic Ice Wedge Complexes // *Radiocarbon, American Journal of Science*. 1998. Vol. 40 (2). P. 883-893.

Фондовые и неопубликованные материалы:

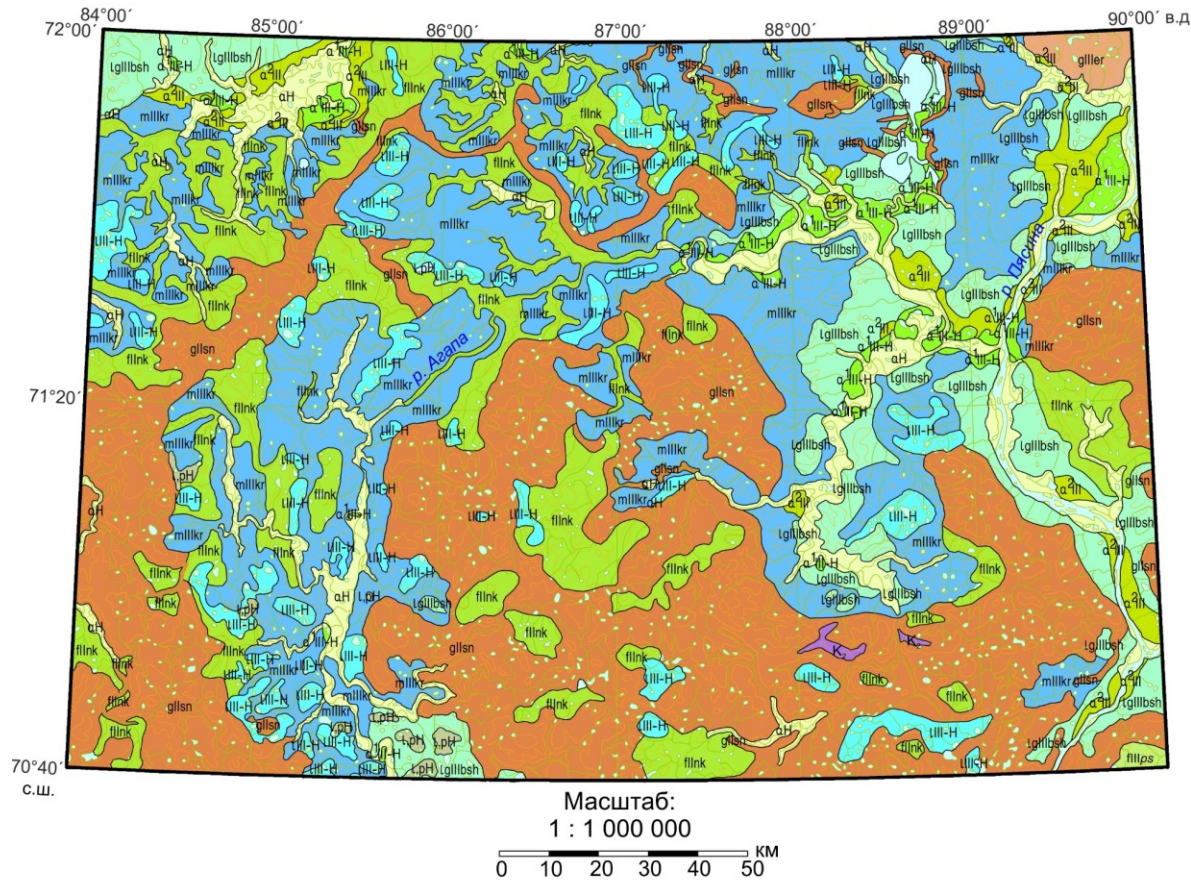
1. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1 : 1 000 000, лист R-45-47 (новая серия) (в 5 книгах). Ленский Е.Н. и др. М., 1970. (ФГУП «ВНИИОкеангеология»).
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации (новая серия) м-ба 1 : 1 000 000, лист R-43-(45). Генералов П.П. и др. ЗапСибГеоНАЦ, 2000а. (ФГУП «ВСЕГЕИ»)

3. Государственная геологическая карта Российской Федерации (новая серия) м-ба 1 : 1 000 000, лист R-(45)-47. Под ред. Е.К. Ковригиной. ФГУП «ВСЕГЕИ», 2000б. (ФГУП «ВСЕГЕИ»).
4. Куликов Н.Н. и др. Геологическое строение и рельеф бассейна среднего и нижнего течения р. Агапы (отчёт о геологической съёмке 1:1 000 000), Л., 1955. (ФГУП «ВНИИОкеангеология»).
5. Любин П.А. Фауна и экология раковинных брюхоногих моллюсков (Gastropoda) южной части Карского моря. Мурманск, 2002. (Диссертация на соискание учёной степени к.б.н.).
6. Николаев В.Д., Бывшев А.С., Волков В.А. и др. Отчёт по опытно-методическим работам по составлению аэрофотогеологических карт масштаба 1:200000 на западную часть Притаймырского прогиба (листы R-45-I-XVI; R-46-I-IV, VII-X; S-45-XXIV-XXXVI; S-46-XXV-XXVII, XXXI-XXXIV) за работы 1970-1976 гг. ОФ НПО «Аэрогеология», М., 1976. (ФГУНПП «Аэрогеология»).

Ресурсы сети Интернет:

1. <http://marinespecies.org> - «World Register of Marine Species», 30 апреля 2015.
2. <http://eol.org> - «The Encyclopedia of Life», 30 апреля 2015.

Схема геологического строения бассейна р. Агапы (по Николаев и др., 1976, с изменениями и дополнениями)



ОБЩАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА					ШКАЛА МЕСТНЫХ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ	
Система	Надраздел	Раздел	Эпоха	Ступень		
ЧЕТВЕРТИЧНАЯ	ГОЛОЦЕН				aH	Аллювий поймы. Пески и алевроиты с растительным детритом
					l,pH	Лимно-полюстрий. Сулгинки, супеси, торф
					a ¹ III-H	Аллювий первой надпойменной террасы. Пески и алевроиты с растительным детритом
					III-H	Лимний. Супеси, илестые пески, сулгинки, торф
					a ² III	Аллювий второй надпойменной террасы. Пески и алевроиты с растительным детритом
					flilps	Пясинский флювиогляциал. Пески с гравием и галькой
	ПЛЕЙСТОЦЕН	НЕОПЛЕЙСТОЦЕН	ВЕРХНЕЕ	Третья Челекская	lglllbsh	Большешаровский гляциолимний. Ленточные глины
					glller	Ермаковская морена. Глинисто-алевроитовый диамиктон с галькой и валунами
					mlilkr	Каргинская свита. Мариний. Алевроиты и пески с остатками тепловодной фауны
			СРЕДНЕЕ	Шестая	flilnk	Никитинская пачка. Флювиогляциал. Пески с гравием и галькой
					lgllsl	Сельякинские слои. Алевро-глинистые ритмиты
					gllsn	Санчуговская свита. Морена. Глинисто-алевроитовый диамиктон с галькой и валунами
ПЯТАЯ		mlilms	Мессовская свита. Мариний. Пески и алевроиты			
			Пески, алевроиты и глины с остатками верхнемеловой фауны и гляциодислокациями			
МЕЛОВАЯ						

Схема соотношений неоплейстоценовых образований



Приложение 2. Фаунистическое разнообразие обнажения «Чугунковые яры».

Т и п	Под- тип	Класс	Вид	Зоо- география	7102-110 (21 м)	7102-108 (23,5-25м)	7102-112 (30-33 м)	7102-109, 111 (осыпь)	С4101/1 (18-23,5 м)	С4101/2 (23,5-32,5 м)	Л60 (20-40 м)
Mollusca		<i>Bivalvia</i> Linnaeus, 1758	<i>Astarte borealis</i> (Schumacher, 1817)	wsBA	-	-	8	2	+	-	+
			<i>Astarte elliptica</i> (Brown, 1827)	atlBA	-	-	6	-	-	-	-
			<i>Astarte montagui</i> (Dillwyn, 1817)	wsBA	-	-	19	1	+	-	+
			<i>Axinopsida orbiculata</i> (G. O. Sars, 1878)	BA	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Ciliatocardium ciliatum</i> (Fabricius, 1780)	atlBA	-	5	1	53	+	-	+
			<i>Ennucula tenuis</i> (Montagui, 1808)	wsBA	-	-	-	2	+	-	+
			<i>Hiatella arctica</i> (Linnaeus, 1767)	wsSAcir	-	-	-	-	+	-	+
			<i>Liocyma fluctuosa</i> (Gould, 1841)	A	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Lyonsia arenosa</i> (Møller, 1842)	wsBA	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Macoma balthica</i> (Linnaeus, 1758)	amphiBa	-	5	-	2	+	-	-
			<i>Macoma calcarea</i> (Gmelin, 1791)	wsBA	-	2	4	32	+	-	+
			<i>Musculus discors</i> (Linnaeus, 1767)	BA	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Mytilus edulis</i> Linnaeus, 1758	wsBa	-	1	-	7	+	-	+
			<i>Mya pseudoarenaria</i> Schlesch, 1931	BA	-	-	-	-	-	-	+
			<i>Mya truncata</i> Linnaeus, 1758	wsBA	-	-	-	-	+	-	+
			<i>Neaeromya compressa</i> (Dall, 1899)	pacwsB	-	1	-	-	+	-	-
			<i>Nuculana pernula</i> (O.F. Müller, 1771)	wsBA	-	1	-	10	+	-	+
			<i>Portlandia arctica</i> (Gray, 1824)	A	-	-	-	-	-	+	-
			<i>Portlandia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+
			<i>Serripes groenlandicus</i> (Mohr, 1786)	wsBA	-	-	-	-	+	-	+
			<i>Thracia myopsis</i> Møller, 1842	BA	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Thyasira gouldi</i> (Philippi, 1845)	BA	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Yoldia hyperborea</i> (Gould, 1841)	wsBA	2	6	-	41	+	-	+
<i>Yoldiella lenticula</i> (Møller, 1842)	BA	-	-	-	-	+	-	-			
<i>Gastropoda</i> Cuvier, 1795		<i>Admete viridula</i> (Fabricius, 1780)	BAcir	-	-	-	-	+	-	-	
		<i>Ariadnaria borealis</i> (Broderip & G. B. Sowerby I, 1829)	hBAcir	-	-	-	-	-	-	+	

			<i>Aartsenia candida</i> (Møller, 1842)	Acir	-	1	-	-	+	-	-
			<i>Amauropsis islandica</i> (Gmelin, 1791)	hBAcir	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Buccinum ciliatum</i> (Fabricius, 1780)	hBAcir	-	1	-	-	-	-	-
			<i>Buccinum fragile</i> Verkrutzen, 1878	atlhBA	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Buccinum polare</i> Gray, 1839	wsBA	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Buccinum polium obsoletum</i> Golikov, 1980	pachBA	-	-	-	1	-	-	-
			<i>Buccinum scalariforme</i> Møller, 1842	wsBAcir	-	-	-	6	+	-	+
			<i>Buccinum terraenovae</i> (Beck in Mörch, 1869)	wsBA	-	-	-	1	-	-	-
			<i>Buccinum undatum</i> Linnaeus, 1758	atlwsB	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Bulbus striatus</i> Golikov & Sirenko, 1983	N	-	-	-	1	-	-	-
		<i>Gastropoda</i>	<i>Cryptonatica affinis</i> (Gmelin, 1791)	wsBAcir	-	-	-	-	+	-	+
		Cuvier, 1795	<i>Curtitoma incisula</i> (Verrill, 1882)	BA	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Curtitoma violacea</i> (Mighels & C. B. Adams, 1842)	BAcir	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Cylichna alba</i> (Brown, 1827)	wsBAcir	-	1	-	-	+	-	-
			<i>Euspira pallida</i> (Broderip & Sowerby, 1829)	BAcir	-	-	2	3	+	-	+
			<i>Liomesus ovum</i> (Turton, 1825)	BA	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Neptunea despecta</i> (Linnaeus, 1758)	atlhB	-	1	-	-	-	-	-
			<i>Neptunea heros</i> (Gray, 1850)	wsBAcir	1	-	-	4	+	-	+
			<i>Neptunea</i> sp.	-	-	-	обломки	-	-	-	-
			<i>Oenopota harpa</i> (Dall, 1885)	pacBA	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Oenopota</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+
			<i>Plicifusus kroeyeri</i> (Möller, 1842)	BA	-	-	-	-	+	-	+
			<i>Propebela nobilis</i> (Moller, 1842)	pacwsBAcir	-	-	-	1	+	-	-
			<i>Solariella varicosa</i> (Mighels, Adams, 1842)	BAcir	-	1	1	-	+	-	+
<i>Arthropoda</i>	<i>Crustacea</i> Brünnich, 1772	<i>Maxillopoda</i> Dahl, 1956	<i>Balanus balanus</i> (Linnaeus, 1758)	wsBA	-	-	-	-	+	-	-
			<i>Balanus crenatus</i> Bruguière, 1789	wsBA	-	-	-	-	+	-	+
			<i>Chirona hameri</i> (Ascanius, 1767)	B	-	-	-	-	+	-	-
		<i>Malacostraca</i> Latreille, 1802	<i>Pagurus pubescens</i> Krøyer, 1838	Ba	-	-	-	-	+	-	-

Примечания:

1) В заглавиях столбцов буквами обозначены точки наблюдения:

С – А.И. Спиркина (Николаев и др., 1976);

Л – В.С. Ломаченкова (Куликов и др., 1955).

В скобках даны абсолютные высоты взятия образцов.

2) Зоогеографические характеристики: **В** – бореальный, **А** – арктический, **ВА** – бореально-арктический, **SA** – субтропическо-арктический, **а** – заходящий в арктические воды, **atl** – атлантический, **pac** – тихоокеанский, **amphiB** – амфибореальный, **h** – высокоширотный, **cir** – циркумполярный, **ws** – широко распространённый, **N** – слабо изучен.

3) Все названия видов приведены в соответствии с каталогом интернет-ресурса «World Register of Marine Species» (<http://marinespecies.org>) по состоянию на 30 апреля 2015 года.

4) Зоогеографические характеристики даны согласно работам П.А. Любина (2002), А.В. Меркульева и материалам интернет-ресурса «The Encyclopedia of Life» (<http://eol.org>) по состоянию на 30 апреля 2015 года.