

ДИСКУССИЯ

УДК [551.793+551.7:001.4](-925.11/.16)

О ХРОНОСТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ
ВЕРХНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА СИБИРИ

В.И. Астахов

*Санкт-Петербургский государственный университет,
199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9, Россия*

Рассмотрены геохронологические основания четырех климатолитов верхнего плейстоцена, используемых в Сибири в качестве региональных стратиграфических горизонтов: казанцевского, зырянского, каргинского и сартанского. Сделан вывод об ошибочной корреляции этих подразделений, принятой в официальной стратиграфической схеме. Приведены новые данные детальных международных исследований на опорных разрезах Арктической Сибири, позволяющие изменить деление верхнего плейстоцена. Предложен для обсуждения новый вариант хроностратиграфической схемы верхнего плейстоцена Западной Сибири. В нижней части она основана на известных опорных разрезах каргинского и зырянского горизонтов. Главный термомер верхнего плейстоцена представлен малохетскими и каргинскими слоями с геохронометрическими метками, соответствующими началу морской изотопной стадии 5. Комплекс последнего оледенения (зырянский горизонт) датирован в широком интервале от 100 до 50 тыс. лет назад. Для второй половины верхнего плейстоцена предлагаются два новых горизонта со стратотипами на Ямале: варьяхинский интерстадиал с возрастом 50—30 тыс. календарных лет назад и сеяхинский криомер (30—11 тыс. л.н.). Новые горизонты палеоклиматически хорошо сопоставляются со средним и поздним плейстоценом Европы.

Хроностратиграфия, верхний плейстоцен, климатолит, корреляция, региональная стратиграфическая схема, Арктическая Сибирь.

CHRONOSTRATIGRAPHIC SUBDIVISIONS OF THE SIBERIAN UPPER PLEISTOCENE

V.I. Astakhov

Four climatholiths of the Upper Pleistocene are used in Siberia as regional stratigraphic horizons: Kazantsevo, Zyrjanka, Karginsky, and Sartan. Their geochronological basis is discussed in this paper. A conclusion is made that they are erroneously correlated in the official stratigraphic scheme. New detailed data obtained by international teams on key sections of Arctic Siberia suggest an alternative division of the Upper Pleistocene. A new version of chronostratigraphic scheme of West Siberia is proposed for discussion. The new scheme for the lower Upper Pleistocene is based on well-known key sections of the Karginsky and Zyrjanka Horizons. The main thermomer of the Upper Pleistocene is represented by the Malaya Kheta and Karginsky strata with geochronometric marks corresponding to early marine isotope stage 5. The complex of the last glaciation (Zyrjanka Horizon) is dated within a broad interval from 100 to 50 kyr BP. Two new horizons with stratotypes on the Yamal Peninsula are proposed for the second half of the Upper Pleistocene. These are the cold Var'yakha interstadial about 50–30 kyr BP and the Syoakha cryomer 30–11 kyr BP. The new horizons are in good paleoclimatic correspondence with the Middle and Late Pleniglacial of Europe.

Chronostratigraphy, Upper Pleistocene, climatolith, correlation, regional stratigraphic scheme, Arctic Siberia

СОСТОЯНИЕ ХРОНОСТРАТИГРАФИИ ВЕРХНЕГО ПЛЕЙСТОЦЕНА НА СЕВЕРЕ СИБИРИ

Проблема периодизации позднего плейстоцена (недавно переименованного МСК в „поздний неоплейстоцен“) в Сибири тесно связана с судьбой стратиграфической схемы В.Н. Сакса, созданной в 1945 г. для района низовьев Енисея [1], а в 1953 г. распространенной на всю Сибирь [2]. Большинство из введенных тогда горизонтов до сих пор используются в качестве корреляционных подразделений не только на севере, но и на юге и востоке Сибири. Нет другой стратиграфической схемы, которая бы имела столь широкое территориальное распространение и использовалась бы так долго. Эта живучесть суперрегиональной системы таксонов была бы достойна восхищения, если бы она все еще адекватно отражала состояние изученности соответствующих осадочных образований. Но ее нынешнее состояние далеко от

удовлетворительного, особенно в корреляционной части [3]. Обсуждение ее назрело из-за все большего числа стратиграфических работ, переходящих региональные и дисциплинарные рамки, а также ввиду растущей международной кооперации в исследованиях сибирского плейстоцена. Такое обсуждение интересно не только для сибирских геологов, но и для исследователей других регионов, которые не всегда ясно представляют себе существо геологических объектов, скрытых за вышеуказанными терминами.

Проблема, конечно, не в названиях конкретных геологических тел, от которых происходят сибирские хроностратиграфические термины. В качестве местных стратиграфических подразделений района Усть-Порта эти термины не могут вызвать возражений. Вопрос заключается в использовании их для обозначения хроностратиграфических таксонов, т. е. хронологически ранжированных абстрактных сообществ осадочных пород, или проще говоря, тех условных „полочек“, на которые мы укладываем реальные геологические тела. Основное назначение системы таких таксонов — служить общим языком геологов, работающих в разных частях крупного региона или даже такого суперрегиона, как Сибирь. Но в последние годы стало заметным растущее взаимонепонимание между исследователями разных районов Сибири на почве хронологической привязки наблюдений. Основная причина связана с качеством и номенклатурой стратотипических разрезов, от которых зависит западно-сибирская, а через нее — и общесибирская хроностратиграфия.

В оригинальной схеме В.Н. Сакса в верхнем плейстоцене было 6 горизонтов. Позднее в региональных схемах Сибири, скопировавших четырехчленное деление верхнего плейстоцена Европейской России, было оставлено 4 горизонта. Первым климатолитом считался теплый *казанцевский* горизонт, вторым — холодный *зырянский*, третьим — теплый *каргинский* и последним — холодный *сартанский*. Неоднократно предпринимались попытки улучшить эту схему, в основном путем более детального подразделения двух верхних климатолитов с помощью радиоуглеродной хронометрии [4—6].

Наибольшее влияние на стратиграфическую практику оказали коллективные, официально утвержденные попытки модификации старой схемы [7—9]. Они привели к постепенному, по мере поступления нового материала, изменению содержания старых терминов, оставляя в неприкосновенности только словесную оболочку схемы В.Н. Сакса. К сожалению, при этом далеко не всегда учитывались рекомендации Стратиграфического кодекса [10], что привело к некоторым трудно преодолимым парадоксам.

Так, практически утерян первичный объем и смысл „санчуговского горизонта“. По В.Н. Саксу, это холодноводные морские глины начала новочетвертичного межледниковья [1, 2]. Позже то же название было прикреплено к ледниково-морским диамиктам конца среднеплейстоценового ледниковья. Затем выяснилось, что в стратотипическом разрезе на Енисее обнажаются лишь основные морены последнего оледенения среднего плейстоцена [11]. Тогда санчуговскими были названы слои, встреченные в скважинах под этой мореной и климатостратиграфически соответствующие среднеплейстоценовому интерстadiumу МИС 7 (морская изотопная стадия 7) [7]. Затем неостратотип переместился на Обь [8], а аналогами санчуговских слоев на Енисее предложено считать яковлевские пески В.А. Зубакова [4], каковые В.Н. Сакс, однако, называл мессовскими и помещал под свой санчуговский горизонт [2]. Попытки найти место введенному В.Н. Саксом понятию закончились тем, что в схеме 1999 г. санчуговская свита оказалась растянутой на два горизонта, ледниковый и межледниковый [9], что фактически означает признание ее климатостратиграфической ненужности.

Однако в отношении четырех других горизонтов схемы В.Н. Сакса вопрос пока что открыт, поскольку эти понятия все еще используются в качестве хроностратиграфических таксонов, т. е. корреляционных подразделений. Рассмотрим состояние указанной схемы на наиболее ярком примере каргинского горизонта, центрального во всей концепции и наиболее обеспеченного геохронометрическим материалом.

КАРГИНСКАЯ ПРОБЛЕМА

Каргинский горизонт с межледниковой палеонтологической характеристикой на Нижнем Енисее В.Н. Саксом понимался как материальное воплощение позднеледникового потепления, сопровождавшегося второй трансгрессией бореального моря. В схеме В.Н. Сакса этот термомер отделен от голоцена только заключительной („сартанской“) подвижкой горных ледников [1, 2]. В качестве типовых В.Н. Саксом предлагались разрезы енисейской надпойменной террасы: в морских фациях — ниже устья р. Казанка и в аллювиальных — выше по течению Енисея, в частности, на его левом притоке р. Мал. Хета. Однако С.Л. Троицкий обнаружил, что а) по составу малакофауны каргинские морские отложения не отличаются от отложений первой бореальной (казанцевской) трансгрессии [13], б) и в морском, и в аллювиальном типах разреза зырянская морена лежит поверх каргинской террасы. Отсюда вместо одного зырянского оледенения появились два [14], унаследованных позднейшими схемами.

Первое применение радиоуглеродного метода датирования на стратотипических разрезах дало серию конечных дат в интервале 46—35 тыс. лет назад как в морских (разрез у мыса Каргинский), так и в аллювиальных фациях (разрез на р. Мал. Хета). Это позволило Н.В. Кинд коррелировать теплое каргинское межледниковье с холодным средним пленигляциалом Европы [5]. С тех пор каргинский горизонт в

сибирских схемах стал считаться хроностратиграфическим аналогом МИС 3, несмотря на совсем неподходящую климатическую характеристику. В эпоху популярности в Европейской России ныне устаревшей схемы А.И. Москвитина со средневалдайским межледниковьем, такая сомнительная с палеогеографической точки зрения корреляция не вызывала особых возражений.

Еще удивительнее оказались результаты микропалеонтологов, которые обнаружили в каргинских морских слоях комплексы бореальных и даже лузитанских фораминифер, свидетельствующие о вторжении атлантических вод с положительными придонными температурами далеко на восток, в Северо-Сибирскую низменность [12, 15]. На Таймыре морские слои каргинского межледниковья с конечными радиоуглеродными датами описаны даже на абс. отметках до 200 м. При этом аналогичные отложения с бореальной фауной, но с запредельными значениями радиоуглеродного возраста, уже трактовались как образования другого, „казанцевского“ межледниковья [16]. Это приводило в недоумение европейских исследователей, которые находили только один прилив теплых океанических вод, сразу после заальского оледенения, но отнюдь не в середине последнего ледникового века. Поэтому при трансконтинентальных сопоставлениях В.А. Зубаков пришел к выводу, что корреляция каргинских слоев с МИС 3 ошибочна и вызвана замороженными радиоуглеродными датировками [17], тем более что к тому времени схема А.И. Москвитина уже доказала свою непригодность. Все же до сих пор находятся сторонники теплого климата, по их мнению, господствовавшего с Сибири 50—25 тыс. л.н. на фоне мощной тепловодной трансгрессии.

Что же, кроме сомнительных радиоуглеродных датировок, можно предложить для определения позиции каргинского горизонта в общей шкале, каковой можно считать систему океанических кислородно-изотопных стадий или скоррелированных с ней подразделений западно-европейского плейстоцена? Первая радиометрическая попытка датировать морские слои с каргинской микрофауной на Кольском полуострове дала уран-ториевый возраст около 115 тыс. л.н., полностью расходящийся с радиоуглеродными датами порядка 30—40 тыс. л.н., но вполне совместимый с представлением об эемском возрасте этой трансгрессии, т. е. о ее идентичности с бореальной трансгрессией Европейского Севера [18]. Заключение о принадлежности каргинской трансгрессии к МИС 5е, сделанное В.А. Зубаковым [17], подтвердилось и ЭПР-датировкой 122 тыс. л.н., полученной в морском стратотипе на Каргинском мысу [8].

Однако вместо изменения геохронологической позиции каргинского горизонта в Сибири был найден парадоксальный выход: морские слои на Каргинском мысу [5] (в нарушение статьи XII.7 Стратиграфического кодекса [10]) были переименованы в казанцевские(!) в предположении, что в других разрезах каргинские слои все же имеют предписанный им возраст МИС 3. При этом, также в нарушение кодекса (ст. IV.4, VIII.4 и 3.3, прил. 1), каргинский и сартанский горизонты были оставлены в региональных схемах, но без стратотипов(!) [8, 9], что означает невалидность этих таксонов. Обязательное требование стратотипа для регионального горизонта в Стратиграфическом кодексе есть констатация фундаментального стратиграфического принципа: геологическое время — это длительность формирования породного комплекса. Отсутствие последнего означает фиктивность одноименного геохронологического интервала.

ВОЗРАСТ КАРГИНСКИХ СЛОЕВ

Эти нарушения Стратиграфического кодекса оказались напрасными, поскольку геохронологические работы и на других опорных разрезах тоже показали, что слои, считавшиеся каргинскими, гораздо древнее 50—22 тыс. лет. Так, уран-ториевое датирование каргинского торфяника на Ангаре выявило его примерную синхронность с микулинским (эемским) термомером Европы [19]. Аналогичный результат получен и на Нижней Оби [20], где датировался шурышкарский торфяник, считавшийся опорным для обоснования „раннекаргинского потепления“ [21]. Повторное геохронометрическое изучение этих разрезов было проведено потому, что мощные торфяники с межледниковыми микрофоссилиями выглядели неуместно для холодного интервала МИС 3, предлагаемого в региональных схемах в качестве хронологического аналога.

Наконец, недавно удалось доизучить давно не посещавшийся опорный разрез каргинских слоев в континентальных фациях на р. Мал. Хета, где ранее была получена серия конечных радиоуглеродных датировок в интервале от 45 до 35 тыс. л.н., в соответствии с которыми подморенный малохетский аллювий и был отнесен к МИС 3 [5]. По новым сборам здесь произведено радиоуглеродное датирование ускорительной масс-спектрометрией (AMS-метод). Его преимуществом является возможность анализа специально отобранных микроскопических объемов органического вещества, в наименьшей степени подвергшегося загрязнению. Все три датировки показали возраст более 48—52 тыс. радиоуглеродных лет (т. е. древнее 55—60 тыс. календарных лет). Более точная оценка возраста пойменных алевроитов и перекрывающих их лессовидных слоев проведена методом оптически стимулированной люминесценции (OSL), который, как и TL-метод, но более надежно, измеряет накопленную в течение периода захоронения

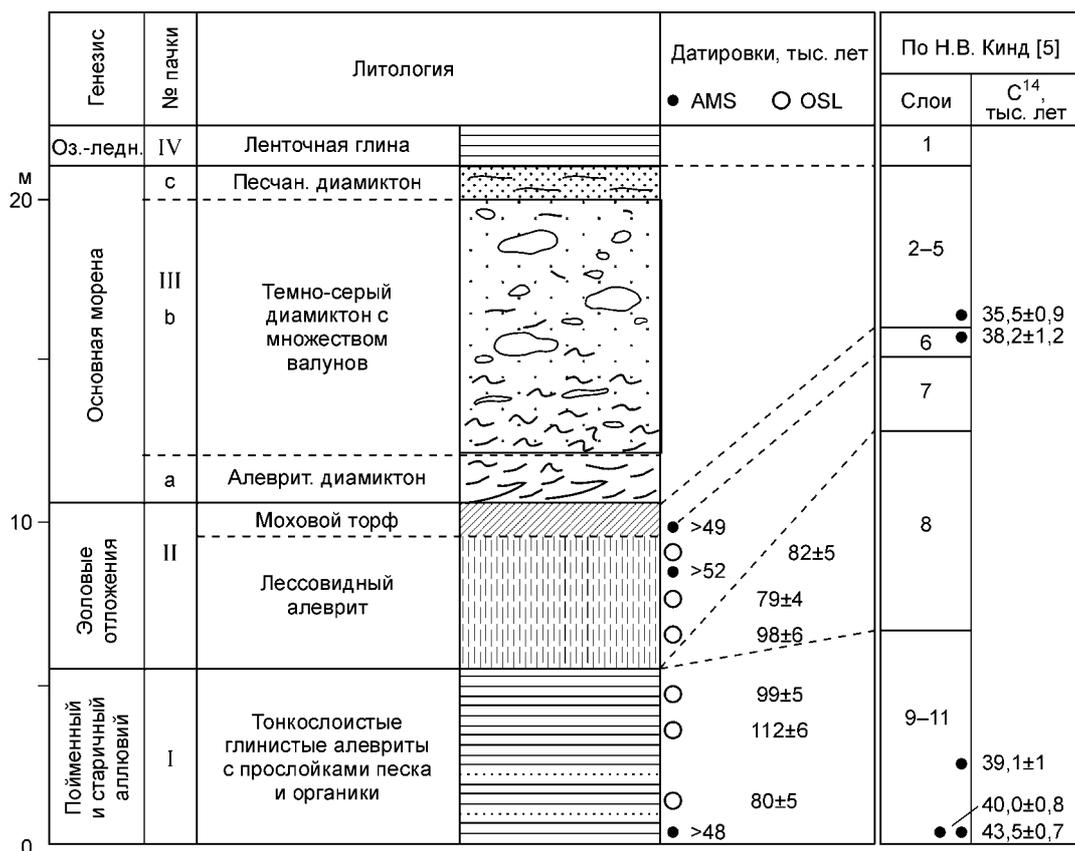


Рис. 1. Сопоставление новых геохронологических результатов проекта PECHORA [23] с данными Н.В. Кинд [5] по разрезу р. Малая Хета.

Нулевой уровень соответствует урезу воды в августе 2003 г. Штриховые линии показывают соотношение вновь описанных осадочных тел со слоями в разбивке Н.В. Кинд. Заниженный радиоуглеродный возраст подморенных слоев служил основанием для корреляции каргинского аллювия и малохетского потепления с МИС 3 [5].

песчинок эквивалентную дозу радиации, вызвавшую дефекты кристаллической решетки минеральных зерен. Этот метод дает достаточно устойчивые конечные значения возраста до 150 тыс. л.н. [22].

При оценке новых геохронометрических результатов (рис. 1) следует учесть, что предшествующие опыты OSL-датирования водноосадочных образований на Русском Севере нередко давали несколько пониженные по сравнению с уран-ториевым методом значения возраста. Это может быть связано с прошлой высокой водонасыщенностью этих пород, которую не удастся скорректировать измерениями их современной влажности [23]. Наилучшие результаты OSL-датирования дает в субэразальных отложениях, зерна которых неизбежно подвергались солнечному облучению, что обеспечивало уничтожение древней светосуммы перед захоронением осадка. Поэтому ясно, что возраст лессовидного покрова, перекрывшего древнюю пойму Енисея перед наступлением покровного ледника, не менее 80 тыс. лет (см. рис. 1). Подстилающий межледниковый аллювий с обильной органикой, включая пресноводные моллюски и байкальские диатомеи, имеет минимальный возраст 100—112 тыс. лет и значит может соответствовать только земскому (микулинскому) термомеру Европы.

Конечные даты из каргинских слоев были получены главным образом в 60—70-х годах традиционным радиоуглеродным методом, который на севере часто дает заниженный возраст [16, 24]. Конечные радиоуглеродные даты, особенно из слоев с межледниковой органикой [12], теперь вызывают обоснованные сомнения, поскольку вряд ли имеют отношение к реальному возрасту пород. Позднее появившиеся другие геохронометрические методы (уран-ториевый, OSL, ЭПР, радиоуглеродный в форме AMS), как видно из указанных разрезов, дают гораздо более высокие значения, демонстрируя, что типовые каргинские слои отлагались в межледниковье, примерно синхронное началу МИС 5. Поэтому ни сами слои, ни происходящее от них название не могут использоваться для обозначения климатолита на уровне МИС 3. Это отрицательный ответ на рассматриваемый вопрос. А каков же положительный ответ, т. е. какие образования в Сибири соответствуют среднему пленигляциалу Европы и МИС 3?

ПРИРОДНАЯ ОБСТАНОВКА ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКОГО ИНТЕРВАЛА МИС 3 В СИБИРИ

При рассмотрении этого вопроса следует иметь в виду, что содержание палеоклиматического сигнала, различающего криомеры и термомеры в Арктической Сибири, не является простым соотношением „холодно—тепло“, принятым в Европе. Климат Арктической Сибири всегда был холодным, даже если при максимальном потеплении граница леса достигала берега моря. Но при переходе к термохрону в связи с поднятием уровня океана и его наступлением на низменные окраины Евразии резко континентальный климат становился менее континентальным. Это означает, что повышение годовых температур обусловлено главным образом смягчением зим, а летние сезоны межледниковья из-за возрастания суммы осадков и усиления облачности могли стать и холоднее. При этом повышалась заболоченность и облесенность, усиливался термокарст. В криохроны, напротив, возрастала годовая амплитуда температур, озерно-болотное и флювиальное осадконакопление замещалось золовым, снижалась численность гигрофильных видов, но возрастало разнообразие криоаридной флоры и фауны. В таких условиях главный показатель термохрона не температура, а увеличение влажности климата и содержания органического вещества в минеральной массе.

На арктических низменностях недавно появился ряд хорошо изученных разрезов субаэральных толщ едомного типа, которые охватывают вторую половину верхнего плейстоцена и непротиворечиво отражают природную обстановку того времени. Один из наиболее известных — сеяхинский разрез на Восточном Ямале, в котором мощная, уходящая под уровень моря, алевритовая толща дала серию из 15 последовательных радиоуглеродных дат от 37 до 11 тыс. л.н. (рис. 2) плюс AMS-датировки и изотопно-кислородные данные из пронизывающих разрез телескопированных жильных льдов. Здесь по облегченному изотопному составу ледяных жил удалось установить, что зимние температуры в период 22—11 тыс. радиоуглеродных лет назад были не менее чем на 6—10 °С, а среднегодовые — не менее чем на 3—6 °С ниже современных [25].

Однообразный литологический состав — мощные алевриты, переходящие вверх в мелкие пески с переотложенными микрофоссилиями — и трехъярусная система сингенетических ледяных жил надежно индицируют принципиально неизменные условия седиментации в течение второй половины позднего плейстоцена. Мерзлотоведами таким толщам обычно приписывается водно-осадочный генезис. Эта гипотеза в данном случае седиментологически невероятна: трудно вообразить длительную водную сепарацию терригенного материала без появления прослоев глин и промытых песков. Структура и грану-

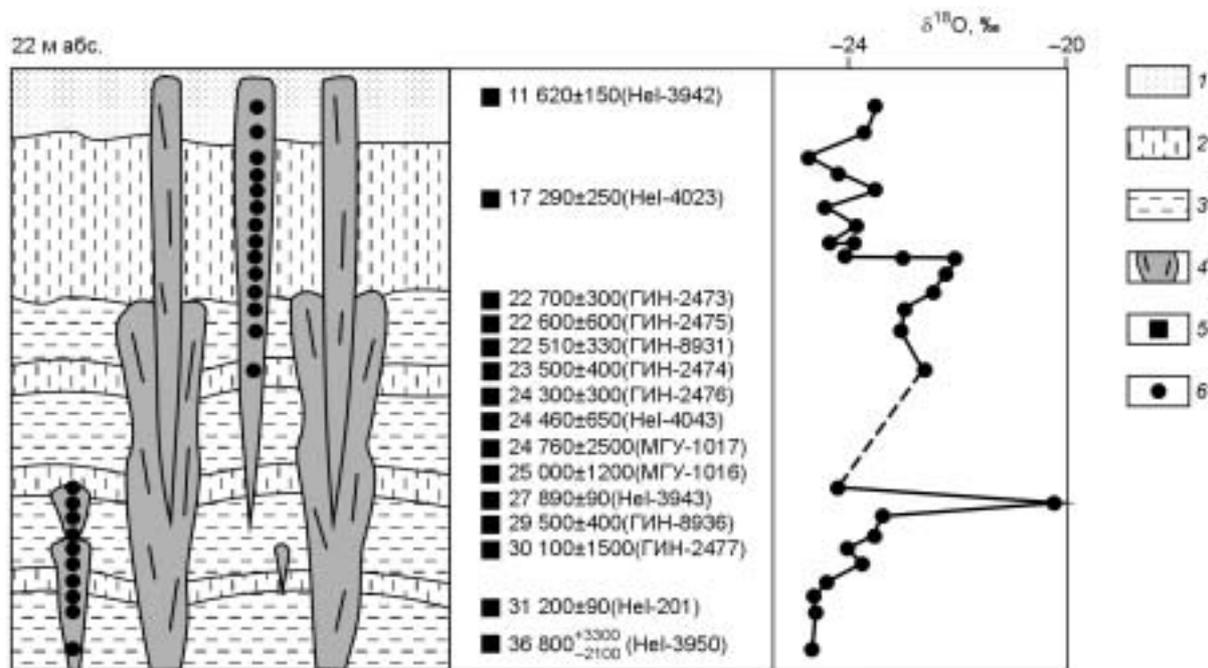


Рис. 2. Опорный разрез верхнего плейстоцена Восточного Ямала, обнаженный у устья р. Сеяха, по Ю.К. Васильчуку [25].

Западно-сибирская едома, уходящая под уровень Обской губы. Здесь лучше всего датирован переход от торфянистых алевритов варьяхинского интерстадиала (древнее 28—29 тыс. радиоуглеродных лет) к грубым алевритам глобального термического минимума МИС 2 (моложе 22 тыс. радиоуглеродных или 24 тыс. календарных лет).

1 — песок, 2 — крупный алеврит, 3 — алеврит с прослойками мохового торфа, 4 — сингенетический жильный лед, 5 — радиоуглеродная датировка, 6 — определение $\delta^{18}\text{O}$.

лометрический состав сеяхинской толщи делают ее неотличимой от других субэаральных образований этого возраста в Северо-Восточной Сибири и на Аляске и даже похожей на южно-сибирские лессовые разрезы. Это и было констатировано во время международной экскурсии знатоком перигляциала Аляски и Якутии Т. Певе, который ссылаясь на сеяхинский алевроит как на „типичный лесс“ [26].

Похожий разрез неоднократно изучался на мысе Саблера, оз. Таймыр, где теперь имеется 45 последовательно расположенных датировок в интервале 35—11 тыс. радиоуглеродных лет по торфянистым прослойкам из алевроитов с жильными льдами едомного типа и по костям мамонта [16, 25, 27], отмечающим непрерывное осадконакопление в климате холоднее и суше современного. Вначале эти отложения тоже были ошибочно приняты за озерные, однако система сингенетических ледяных жил и многочисленные остатки ксерофильной растительности [28] надежно свидетельствуют о субэаральной, преимущественно эоловой седиментации.

Еще более интересный разрез этого типа, но более льдистый и с обильной фауной млекопитающих и насекомых, недавно изучен на п-ове Быковский вблизи устья Лены. Здесь получено уже 90 радиоуглеродных дат, освещающих процесс непрерывного континентального осадконакопления от 60 до 11 тыс. календарных лет назад [29]. Как и в западных разрезах, признаков повышения среднегодовых температур в этом интервале не обнаружено. По изотопно-кислородным данным в основании разреза (около 40 тыс. радиоуглеродных лет назад) зимы были минимум на 8 °С, а в верхней его части — на 3—6 °С холоднее современных [25].

Летние температуры не могут быть решающим признаком термохрона в Сибири, поскольку связаны не с общим температурным фоном, а с уровнем облачности. А минимальная облачность как раз типична для аридного климата криохронов. Об эволюции летних сезонов на севере Сибири во время МИС 3 и 2 можно составить представление по их лучшим индикаторам — ископаемым насекомым [30]. На диаграмме (рис. 3) видны два интервала высокой аридности, сопровождавшейся повышенными летними температу-

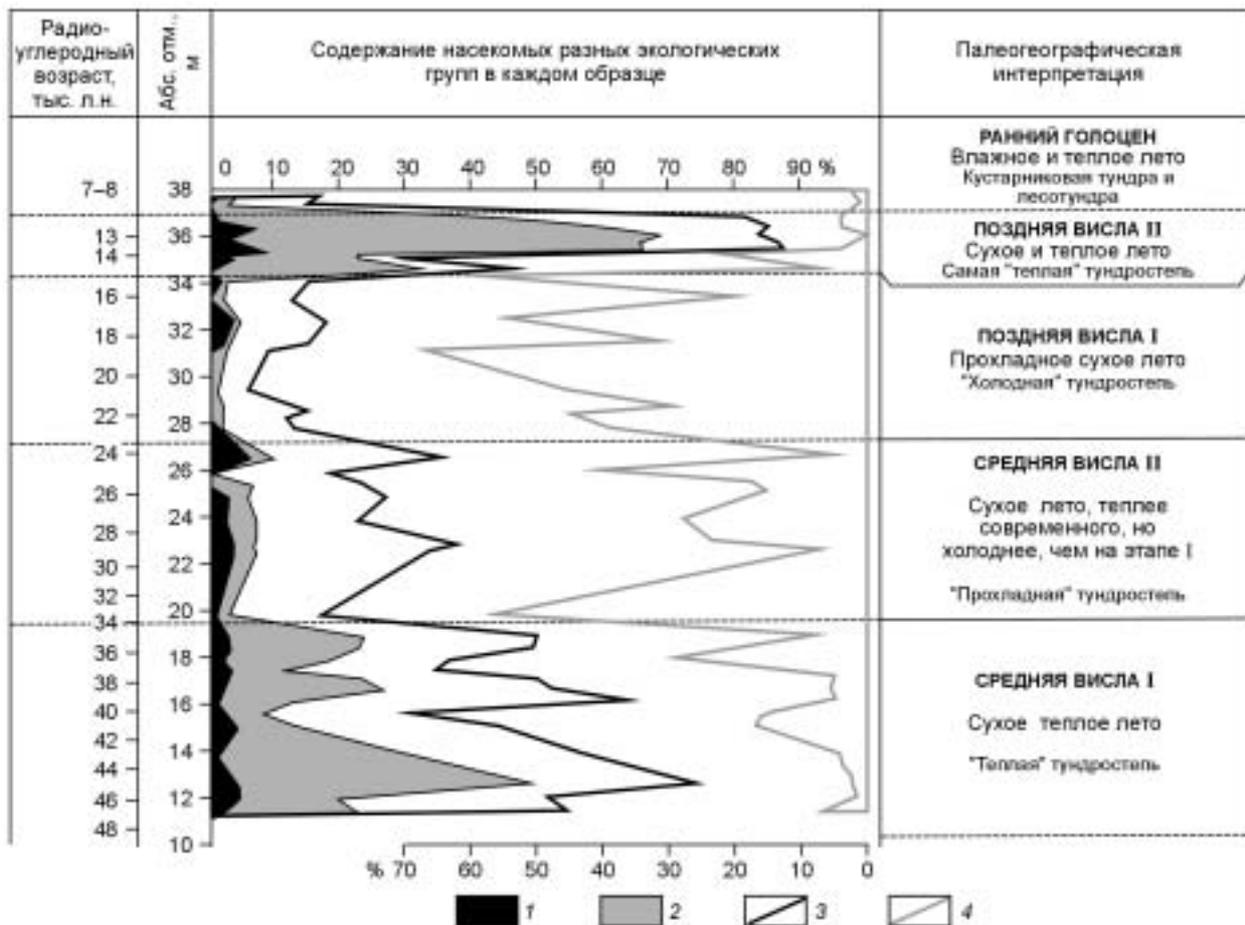


Рис. 3. Эволюция позднеплейстоценового климата в Русской Арктике по энтомологическим данным.

Распределение экологических групп насекомых в разрезе лессово-ледового комплекса обн. Мамонтовая Хаята, п-ов Быковский, дельта Лены, показывает устойчивый резко-континентальный климат в течение МИС 3 и 2 без следов влияния океана [30].

1, 2 — термофильные сухолюбцы: степные виды (1), прочие ксерофилы (нетундровые) (2); 3, 4 — виды современной тундры: обитатели сухой, более теплой тундры (3), обитатели арктической тундры (4).

рами. Примерно 47—34 тыс. ^{14}C назад, наряду с типично арктическими видами, обитало много сухолюбивых (до 50 %), с примесью термофильных насекомых, требующих июльских температур до +13...+15 °С (современная +7 °С). Повышенный температурный фон летних сезонов вполне нормален для сухого климата интерстадиального типа с ростом вечной мерзлоты и повторно-жильных льдов. С этим же временем связаны обильные находки костей млекопитающих мамонтового комплекса (50 датировок) [29]. В интервале ^{14}C 34—24 тыс. л.н. при похолодании летних сезонов количество степных видов снижается, а выше, на уровне ^{14}C 24—15 тыс. л.н., в эпоху глобального температурного минимума, термофилы исчезают, а арктические виды достигают максимального разнообразия.

Второй интервал повышенной аридности с самым теплым летом регистрируется обилием степных видов именно в позднеледниковье, ^{14}C 15—10 тыс. л.н., при все еще низких среднегодовых температурах. Энтомофауна скачкообразно меняется, приобретая межледниковый характер только в голоцене, когда впервые за 100 тыс. лет одновременно с потеплением зим происходит увлажнение климата, что отмечено появлением лесотундровых, таежных и водных насекомых. Эти выводы вполне подтверждаются данными по макроостаткам растений [29, 30].

Все подобные разрезы вблизи современного уровня моря показывают резко континентальный, криоаридный климат второй половины позднего плейстоцена (см. рис. 2, 3) без признаков увлажнения и ослабления морозов и без следов подъема уровня моря, несмотря на интерстадиальные колебания летних температур. Тот же результат давно получен и в надежно датированном разрезе Липовка на Тоболе в 1300 км к югу от пос. Сеяха, где на уровне 30—31 тыс. радиоуглеродных лет зафиксирован рост повторно-жильных льдов [31], что для широты 58° с.ш. — явный признак криохрона. Таким образом, обстановка МИС 3 (до 24 тыс. л.н.) отличается от эпохи глобального ледникового максимума МИС 2 только слабым повышением температуры и влажности, далеко уступающим межледниковому или голоценовому. По всем хорошо изученным разрезам эти интерстадиальные отложения, по выражению В.А. Зубакова [17, с. 132], лишь „условно можно именовать термомером“. Эта картина похожа на развитие природной среды в плейстоцене Западной Европы с той разницей, что гораздо большая аридность сибирского климата позднее 60—50 тыс. л.н. допускала только подземное оледенение.

КАЗАНЦЕВСКАЯ ПРОБЛЕМА

Поскольку каргинские слои большинства опорных разрезов относятся к последнему межледниковью (зем, МИС 5e), то казалось бы решение хроностратиграфической проблемы достигается простым смещением старой шкалы на два климатолита вниз. Это и предлагал В.А. Зубаков [17], считавший казанцевскую трансгрессию синхронной МИС 7, а не МИС 5, как обычно принималось. Но дело обстоит не так просто ввиду отсутствия надежных критериев повсеместной идентификации казанцевских прибрежно-морских слоев как одного и того же объекта. В схеме В.Н. Сакса [2] главными критериями были: 1) их подморенное положение, 2) присутствие тепловодных, ярко бореальных моллюсков типа *Cyprina (Arctica) islandica*, 3) спорадическое появление вымершего вида *Cyrtodaria jenisseae Sachs*. Этот сибирский моллюск ничем не отличается от хорошо известного *Cyrtodaria angusta Nyst et Westendorp* [32], который, по заключению С. Фундера (Геологический музей Копенгагена), вымер задолго до позднего плейстоцена.

Давно выяснилось, что первые два признака не менее характерны для каргинских, а возможно, и более древних слоев. Бореальная „казанцевская“ фауна встречена во вторичном залегании и в „санчуговской“ морене низовьев Енисея [11], и в подморенном положении гораздо южнее границы позднеплейстоценового оледенения (пупковские слои [4]). Ввиду уран-ториевой датировки в 233 тыс. лет из пупковских раковин В.А. Зубаков связал первую бореальную трансгрессию с МИС 7 [17]. В пользу этой идеи как будто говорят последние данные о возрасте тех слоев с „казанцевскими“ фораминиферами, которые вскрыты бурением ниже уровня моря на Нижней Оби [21]. Они отделены мощным ледниковым комплексом от приповерхностного межледникового аллювия с OSL-датировками порядка 120—140 тыс. лет, т. е. от слоев эпохи МИС 5e [33, 34]. Однако в разрезе Новорыбное у устья Хатанги В.И. Гудина в той же подморенной позиции обнаружила комплекс фораминифер зоны *Miliolinella periformis* [12], которая, по ее представлениям, соответствует гольштейну Германии, т. е. МИС 9 или 11, а по [17], и более древним слоям. На этом уровне в других разрезах Северо-Сибирской низменности тоже встречаются раковины *Cyrtodaria angusta* [16].

Более понятно положение циртодариевых слоев к западу от Урала. Здесь они, как и в Сибири, известны под мореной на положительных отметках, в том числе и к югу от границы позднеплейстоценового оледенения. В скважинах циртодариевые слои обнаружены и ниже уровня моря, под мощной толщей диамиктовых и ленточно-слоистых осадков [35], но выше слоев с *Miliolinella* В.И. Гудиной [12]. Они перекрываются или замещаются озерной толщей со спорово-пыльцевыми спектрами лихвинского типа [36]. С учетом их широкого распространения не исключена и более естественная корреляция с морским гольштейном, в то время как слои МИС 7 в Северной Европе встречаются редко и не содержат столь тепловодной фауны, как гольштейн.

К сожалению, стратиграфическое положение собственно казанцевских морских слоев в Сибири остается далеким от ясности. Даже в стратотипической местности Усть-Порта их не удалось проследить на сколько-нибудь значительное расстояние. Есть обоснованное подозрение, что они здесь большей частью находятся в виде отторженцев [37]. Кроме того, географическое распространение слоев, называемых казанцевскими, трудно объяснимо. Причудливая конфигурация реконструированного казанцевского бассейна [38] обусловлена именно отсутствием географической системы в находках тепловодной фауны. Так, эмский (микулинский) возраст подморенных слоев с казанцевской фауной на левобережье приполярного Енисея невозможно согласовать с более северным положением аллювиальных межледниковых слоев на Малой Хете (см. выше). Малохетский разрез отмечает южный предел енисейского залива последнего бореального моря [23]. Отсюда, морские слои на Енисее южнее 69° с.ш. могут относиться только к более древним, докаргинским термомерам.

Поскольку слои, обычно называемые каргинскими, содержат такую же бореальную или более тепловодную фауну, что и казанцевские [12, 15, 16], и ввиду встречаемости бореальных слоев в доверхнеплейстоценовых толщах [17], требуются геохронометрические данные по разным, внешне сходным разрезам с тепловодной фауной. Имеющихся редких ЭПР и люминесцентных датировок явно недостаточно. Например, попытка скоррелировать с эмом предположительно казанцевские слои под уровнем моря на Нижней Оби с помощью термолюминесцентной даты 153 ± 15 тыс. л.н. [39] оказалась неудачной, так как позднее эмский возраст был надежно установлен для залегающего гораздо выше межледникового аллювия с серией дат в интервале 125—138 тыс. л.н., полученных современным OSL-методом [33, 34]. В известных обнажениях у с. Казанцево и на р. Агапа хронометрические метки вовсе отсутствуют.

Можно констатировать, что современный уровень знаний не дает достаточных оснований ни для точного определения хроностратиграфической позиции казанцевских слоев стратотипической местности, ни даже для отнесения их к верхнему плейстоцену. Совсем не исключено, что под именем казанцевских описывались фрагменты разных термомеров от эоплейстоцена до верхнего плейстоцена. До поступления достоверного хронометрического материала из стратотипических разрезов у с. Казанцево такие морские толщи неосторожно принимать за стратиграфический маркер Сибири.

ЗЫРЯНСКАЯ ПРОБЛЕМА

Вышеописанная неопределенность в хроностратиграфии неледниковых интервалов Сибири не могла не сказаться на понимании и использовании традиционных ледниковых горизонтов. Осадочный комплекс последнего покровного оледенения сибирских равнин по В.Н. Саксу образует горизонт, именуемый зырянским [1, 2]. Стратотипический разрез на р. Зырянка можно считать валидным, если его понимать как часть ареального стратотипа верхнего ледникового комплекса Сибирского Заполярья. Другой вопрос — его корреляция. В схеме В.Н. Сакса он из-за ошибочной местной корреляции оказался под каргинскими слоями, хотя в стратотипических разрезах он в этой позиции не наблюдался. Н.В. Кинд эту корреляцию не оспаривала, но в нарушение стандартных стратиграфических процедур переименовала в „сарганский горизонт“ поверхностные морены Нижнего Енисея (т. е. основную часть зырянского горизонта В.Н. Сакса) над слоями с конечными радиоуглеродными датами, оставив часть зырянского криомера под ними [5]. Таким образом, усилиями С.Л. Троицкого и Н.В. Кинд на Енисее вместо одного появились два позднеледниковых оледенения, разделенных крупным теплым интервалом (при отсутствии опорных разрезов с двумя моренами).

Главное нарушение состоит в том, что термин „сарганский“ преокупирован В.Н. Саксом совсем для других объектов: он называл сарганским горизонтом морены заключительной горно-долинной фазы позднеледникового оледенения [2]. Стратотипом считались морены на р. Сарган восточнее Верхоянского хребта, не имеющие отношения к покровному комплексу Западной и Средней Сибири. Более того, ввиду отсутствия хронометрических данных стратиграфическая позиция сарганских морен s. stricto неизвестна. Однако после работы Н.В. Кинд еще один горизонт равнинных морен, названный сарганским (он же верхнезырянский), появился в региональных схемах выше классического зырянского. Позже зырянским стал именоваться почти весь верхний плейстоцен (кроме первого термомера), включая не только под- и надкаргинские морены, но и каргинские межледниковые слои. Для нижнезырянского горизонты были использованы ермаковские ледниковые слои под осадками с древними радиоуглеродными датами, тоже на Енисее, но гораздо южнее [7—9]. Вся эта путаница вызвана двумя ошибками: В.Н. Сакса, не заметившего морену поверх каргинских слоев, и Н.В. Кинд, принявшей омоложенные радиоуглеродные датировки за истинные.

При применении схемы Н.В. Кинд на востоке древнеледниковой области, на Таймыре, в первый ледниковый горизонт, названный зырянским, попали диамиктовые породы, залегающие под межледниковыми морскими слоями с конечными радиоуглеродными датировками, а во второй, сарганский, — поверхностные морены над этими, каргинскими, слоями [16]. Недавно полученные там OSL-датировки поверхностного ледникового комплекса показали, что он образовался 80—90 тыс. л.н. [40], что вполне

Возможная хроностратиграфическая схема верхнего плейстоцена севера Западной Сибири

Региональный горизонт	Типовой разрез	Характерные осадочные образования	Имеющиеся геохронометрические метки, тыс. л.н.	Примерная корреляция	
				Календарный возраст, тыс. лет	Морские изотопные стадии
Сеяхинский	Сеяха, Марресале (парастратотип)	Ледовый лесс, эоловые пески	$^{14}\text{C} = 28\text{—}12$; IRSL = 33; 30; 30; 19; 13	30—11	2
					3
Варьяхинский	Марресале, Сеяха (парастратотип)	Озерно-термокарстовые и болотные отложения, прослои лессовидных пород	$^{14}\text{C} = 37\text{—}28$; IRSL = 45, 41, 36	50—30	
Зырянский	Реки Зырянка, Мал. Хета	Комплекс последнего покровного оледенения (морены, варвы, флювиогляциальные пески)	OSL = 98—59; TL = 80—78	100—50	4
					5
Малохетский (или каргинский)	р. Мал. Хета, Каргинский мыс	Межледниковый аллювий, торфяники, морские слои с бореальной фауной	ЭПР = 135—122; OSL = 138—100; U/Th = 141, 133	130—100	

Примечание. Внутри сеяхинского горизонта могут выделяться мелкие интерстадиалы; зырянский горизонт, возможно, состоит из отложений двух ледниковых стадий [40].

согласуется с вышеприведенными данными о эмском возрасте подстилающих каргинских морских слоев. Соответственно „зырянская“ морена Таймыра схемы Н.В. Кинд [16] по современной геохронологии может быть только среднеплейстоценовой, как и ее аналог на Среднесибирском плоскогорье — муруктинская морена. Последняя к тому же перекрыта каргинскими отложениями с межледниковыми спорово-пыльцевыми спектрами и бореальными диатомеями, указывающими на климат теплее современного. Описавшая эти слои М.А. Бардеева логично отнесла их к малохетскому потеплению [41], т. е. к первому термомеру верхнего плейстоцена по новым данным [23]. Поэтому остается мало сомнений, что под именем зырянских и муруктинских морен в Средней Сибири описывался последний ледниковый комплекс среднего плейстоцена, а граница позднеплейстоценового оледенения проходит севернее р. Хатанга и западнее ее правого притока р. Котуй [40].

Морены последнего ледникового покрова на Северном Таймыре и на Енисее лежат поверх межледниковых слоев, синхронных каргинскому стратотипу [16, 23, 40]. В региональных схемах эти морены, именуемые „верхнезырянскими“ либо „сартанскими“, скоррелированы с поздневислинским ледниковым максимумом и МИС 2 [6—9]. Однако верхняя морена равнин не может быть моложе МИС 3, поскольку ее возраст надежно ограничен многочисленными древними (порядка 30—40 тыс. л.н. до запредельных) радиоуглеродными датами из заведомо не переотложенного материала: трупов мамонтов на Гыдане и бревен поверх ленточных глин в Игарке [24]. Это вполне подтверждено OSL-датированием в других районах Западной Сибири: там предледниковые слои дали серию дат порядка 80—90 тыс. л.н., а перекрывающие морену осадки датированы в 40—50 тыс. л.н. [33, 40, 42]. С позиций предлагаемой автором схемы (таблица) и в соответствии с духом классической стратиграфии [2] именно эти поверхностные морены должны именоваться зырянскими, а не залегающие под каргинскими слоями.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Из изложенного ясно, что хроностратиграфическая схема верхнего плейстоцена Западной Сибири (и следующих за ней схем других сибирских регионов) нуждается в коррекции с использованием современных геохронометрических данных. Последние показывают, что физический возраст каргинского и сартанского горизонтов унифицированной стратиграфической схемы Западной Сибири [9] серьезно занижен. Кроме того, эти горизонты лишены стратотипов, что прямо запрещено Стратиграфическим кодексом. Стратотип первого термомера (казанцевские слои *s. stricto*) не имеет хронометрической привязки. Очевидно, что такая хроностратиграфическая разбивка не может обеспечить корреляционные потребности в XXI в. Заменить ее на новую можно только путем соглашения и формального утверждения. А для этого необходимо предварительное обсуждение новых стратотипов и особенно границ между региональными горизонтами. Как показывает приведенный выше обзор, за последнее десятилетие даже в малодоступной Арктической Сибири появилось несколько хорошо изученных опорных разрезов, которые позволяют говорить о смене хроностратиграфической парадигмы [3]. Настоящая статья является попыткой стимулировать ее обсуждение.

История изучения верхнего плейстоцена Сибири демонстрирует, что хронометрия сама по себе не является универсальным и безошибочным средством корреляции. Хронометрические данные можно рассматривать в качестве корреляционного сигнала лишь вкуче с палеонтологическими и седиментологическими признаками древнего климата, которые дают независимые корреляционные метки типовых толщ, служащие определенной гарантией от вполне возможных ошибок хронометрии. В случае с каргинским горизонтом такой меткой является палеонтологическая характеристика, выявляющая его межледниковую природу независимо от физических датировок. Для арктических криомеров, помимо криоаридной флоры и фауны, хорошим признаком служат льдистые лессовидные породы.

В официальной схеме не имеет стратотипов только вторая половина верхнего плейстоцена. Для обоснования региональных горизонтов первой половины вполне пригодны прежние стратотипы, хотя в иной корреляционной функции. Некоторую проблему представляет их номенклатура, особенно для главного термомера верхнего плейстоцена, т. е. отложений последнего межледниковья. Разрезы морских отложений в районе с. Казанцево на Енисее (казанцевская свита), к сожалению, не имеют хронометрических меток и потому нельзя исключить их допозднеплейстоценовый возраст.

Морская толща Каргинского мыса с ЭПР-датой может служить стратотипом, поскольку достаточно ясны ее межледниковая природа и положение под мореной последнего оледенения. Но переименование каргинских слоев в казанцевские запрещено Стратиграфическим кодексом. По праву приоритета и по названиям стратотипических толщ первый термомер верхнего плейстоцена должен именоваться каргинским горизонтом. Однако имеется серьезное опасение, что таким образом зафиксированный настоящий термомер в силу устарелых представлений непрофессионалами будет регулярно смешиваться с „каргинским межледниковьем“, якобы случившемся в середине последнего ледникового века. Поэтому в качестве стратотипа можно взять разрез аллювиальных алевритов на р. Малая Хета вместе с разбуренными ниже русловыми песками. Межледниковые признаки этой толщи были суммированы Н.В. Кинд, которая описала ее в качестве малохетских слоев [5]. Недавно была существенно уточнена их хронометрическая характеристика [23]. Это позволяет использовать этот разрез в качестве стратотипа малохетского горизонта. Выбор того или иного названия должен быть продуктом соглашения. На Оби к осадкам малохетского (каргинского) межледниковья относятся пяк-яхинский аллювий [4, 33, 34] и шурышкарский торфяник [20], обеспеченные пылевыми и геохронометрическими данными.

Для первого криомера верхнего плейстоцена Западной Сибири проще всего оставить традиционный ареальный стратотип верхнего ледникового комплекса района Усть-Порта [1, 2], т. е. разрезы на р. Зырянка с парастратотипом на Малой Хете. Последний играет важную роль, потому что в нем, помимо трехслойных морен, имеются подморенные лессовидные отложения с оптико-люминесцентными датами, залегающие непосредственно на межледниковом аллювии [23]. Обнажения ледниковых слоев у с. Ермаково на Енисее, видимо, менее удовлетворительны как арельный стратотип ввиду их удаленности на 350 км от главной стратотипической местности Усть-Порта.

Более всего в надежных, геохронометрически обеспеченных стратотипах, очевидно, нуждается вторая половина верхнего плейстоцена. Такие разрезы известны на Ямале — в Марресале [42] и в устье Сеяхи [25]. В сумме они дают хорошее представление об основных событиях МИС 3 и 2 на севере Западной Сибири. В марресальских обнажениях высокольдистая основная морена, названная карским диамиктоном (вероятно, аналог зырянской и ермаковской морен), перекрыта серией послеледниковых осадков, датированных радиоуглеродным AMS и люминесцентными методами (рис. 4). Это 4-метровая варьяхинская пачка чередующихся тонких слоев алеврита и торфа, интерпретированная как осадки озерков (видимо, заболоченных), образовавшихся при кратковременном потеплении климата. Варьяхинские интерстадиальные отложения имеют 6 радиоуглеродных дат от 33 до 28 тыс. л.н. и 3 IRSL-даты (стимулированная инфракрасным светом люминесценция) в интервале 45—36 тыс. календарных лет. Еще выше лежит толща оловых алевритов и песков (оленья и байдарацкая свиты) с сингенетическими жильными льдами и линзами флювиального песка, по которой получено 17 последовательных радиоуглеродных возрастов от 28 до 12 тыс. л.н., а также 5 IRSL-дат от 33 до 13 тыс. л.н. Обрыв венчается голоценовым торфяником [42].

Основной недостаток марресальских разрезов — hiatus от 25 до 15 тыс. радиоуглеродных лет. Он компенсируется давно известным восточно-ямальским обнажением в устье р. Сеяха, вскрывающем лессовидные алевриты с сингенетическими повторно-жильными льдами с возрастом до 37 тыс. радиоуглеродных лет. Здесь интервал 25—17 тыс. ^{14}C изучен в непрерывном разрезе с девятью датами [25]. Варьяхинскому интерстадиалу в сеяхинском разрезе соответствует его нижняя слабо торфянистая часть с ^{14}C датами от 37 до 28 тыс. л.н. (см. рис. 2). Варьяхинский интервал хорошо коррелирует со среднесибирскими разрезами мыса Саблера [27] и п-ова Быковский [29, 31], а главное — с куртакским разрезом Верхнего Енисея [43], где этот интерстадиал ярко проявлен в палеопочвах, лессах, озерных осадках и палеомерзлотных явлениях. Куртакский комплекс с богатой археологией и 66 радиоуглеродными датами от 39 до 28 тыс. л.н. не только лучше всего изученный разрез этого интервала в Сибири, но он и хорошо скоррелирован с историей среднего плейстоцена Западной Европы [44].

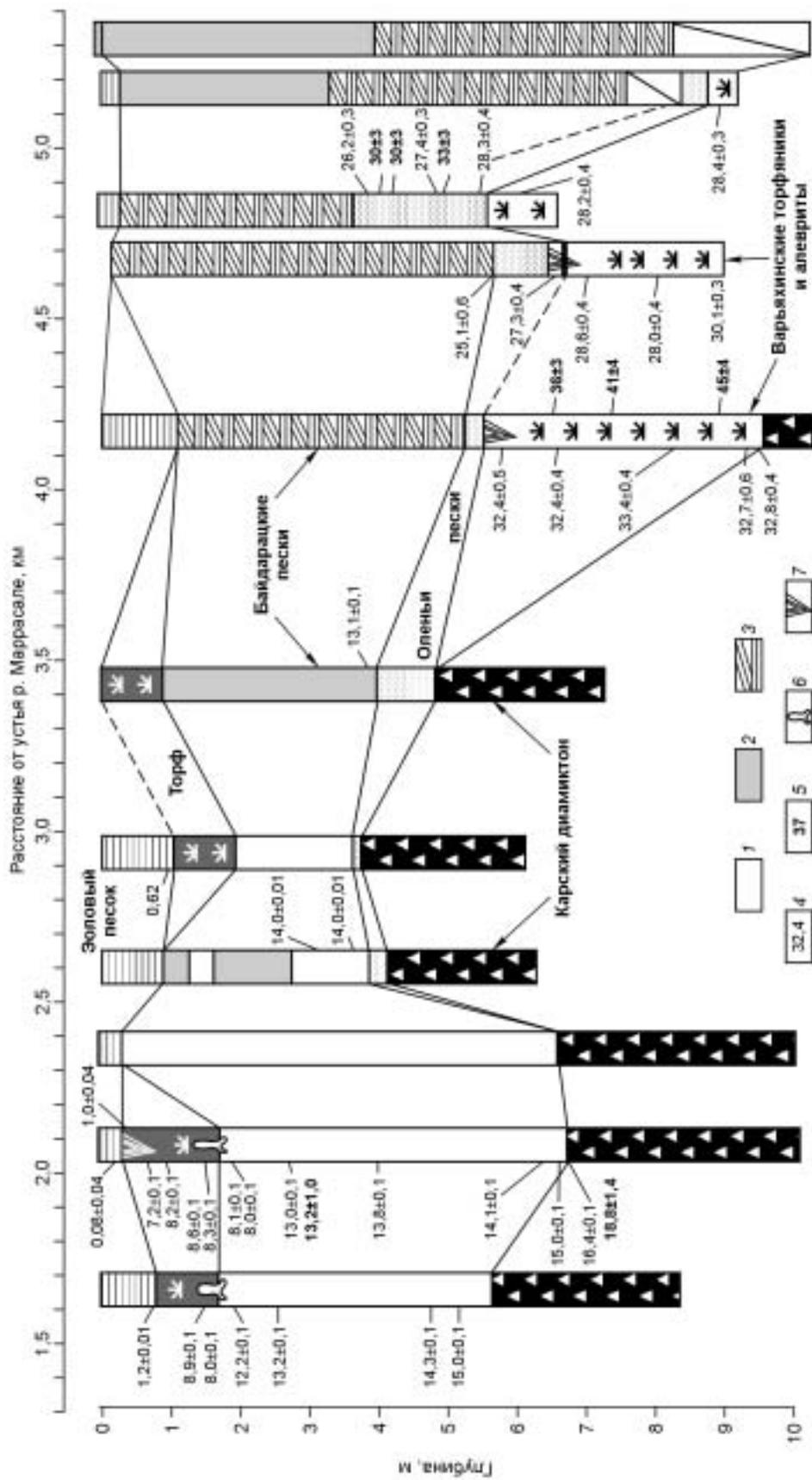


Рис. 4. Опорный разрез верхнего плейстоцена Западного Ямала по обнажениям берегового обрыва к югу от полярной станции Маррасале [42].

Последняя ледниковая эпоха здесь проявлена в ледистой карской морене покровного ледника, на которой залегает озерно-болотная линза переслаивающихся торфов и алевроитов, свидетельствующих о временном увлажнении климата. Остальная часть доголоценового разреза представлена золотыми, частично флювиальными песками и алевроитами с сингенетическими жильными льдами. В этом, как и в других приморских разрезах (см. рис. 2, 3), нет признаков подъема уровня моря в течение последнего ледникового цикла.

1—3 — байдарские пески: эоловые (1), флювиальные горизонтально-слоистые (2), косослоистые (3); 4 — радиоуглеродный возраст (10^3 л.н.); 5 — IRSL-возраст (10^3 л.н.); 6 — березовые пни; 7 — повторно-жильные льды.

В таблице в качестве материала для дискуссии приведена примерная схема хроностратиграфического расчленения западно-сибирского верхнего плейстоцена. В третьей колонке указаны наиболее важные геохронометрические данные, известные по литературе. Именно они служат основанием для хронологических рамок региональных горизонтов, а не границы океанических изотопных ярусов. Главными чертами предлагаемой схемы являются: а) традиционное четырехчленное деление; б) новые стратотипы для горизонтов второй половины верхнего плейстоцена вместо отсутствующих сарганского и каргинского стратотипов прежних схем; в) варьяхинский интерстадиальный горизонт („условный термомер“) взамен каргинского термомера; г) новый малохетский климатолит в качестве главного термомера верхнего плейстоцена, обоснованного старыми опорными разрезами. Предложенная разбивка избегает наиболее очевидных противоречий официально утвержденной схемы [9] и сохраняет главные опорные разрезы В.Н. Сакса [2] и Н.В. Кинд [5], меняя только их дальнюю корреляцию с европейской и океанической шкалами. Подразделение зырянского и сеяхинского горизонтов лучше позднее обсудить отдельно.

Особую проблему представляет соотношение границ сибирских горизонтов с европейскими подразделениями верхнего плейстоцена. Такая корреляция не проста даже для ближайших разрезов Русской равнины ввиду недоказанной универсальности валдайских климатолитов и их слабого хронометрического обоснования, особенно в ледниковой области. Единственным надежным маркером там являются микулинские отложения со стандартной пыльцевой диаграммой. Однако из-за геоботанических различий границы этих пыльцевых зон бесполезны для корреляций не только в Сибири, но уже в Предуралье. В России пока что не принята формально и синхронность микулинского термохрона с МИС 5е, хотя эта корреляция вполне стандартна для западно-европейского эма.

Из-за этой неопределенности не вполне ясна параллелизация сибирских подразделений и с гораздо лучше обоснованными западно-европейскими хроностратонами, скоррелированными Я. Мангерудом с морскими изотопными стадиями [45]. В Западной Европе соотношение хронотаксонов ранняя висла = МИС 5а—d, средняя висла = МИС 4+3 и поздняя висла = МИС 2 стали общепринятыми, но оспариваются в Европейской России, где еще чувствуется влияние устаревшей схемы Москвитина. Например, использование этих подразделений в работах на Печоре вызвало критику со стороны сотрудников Геологического института РАН, которые даже приписали мне идею „средневалдайского оледенения“ [46], хотя средняя висла, включающая МИС 4 [45], вовсе не является хронологическим эквивалентом среднего валдая.

По-видимому, крупные, хорошо геохронометрически обеспеченные хроностратиграфические подразделения Западной Европы можно временно использовать в качестве континентального эталона, на что указывают результаты последних международных исследований. Как показано выше, современные палеоклиматические данные по хронологическому интервалу МИС 3 и 2 [28—30] позволяют даже в центре Арктической Сибири в общих чертах сопоставлять местные разрезы с пленигляциалом Европы. Хотя ввиду выраженного западно-восточного климатического градиента границы сибирских климатолитов вряд ли могут полностью совпадать с европейскими. И, конечно, недопустимо использование таких дробных и типично атлантических подразделений, как хенгело или аллеред, поскольку не доказана синхронность климатических колебаний низкого ранга по всей Северной Евразии.

Автор весьма признателен В.Д. Тарноградскому (ВСЕГЕИ) за ряд критических замечание и полезных советов, значительно улучшивших текст.

Эта работа выполнена в рамках русско-норвежского проекта PECHORA (Paleo Environment and Climate History of the Russian Arctic), финансируемого Норвежским Советом по науке.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сакс В.Н., Антонов К.В.** Четвертичные отложения и геоморфология района Усть-Енисейского порта // Тр. Горно-геол. упр. ГУСМП, Вып. 16. М., 1945, с. 65—117.
2. **Сакс В.Н.** Четвертичный период в Советской Арктике. Л.; М., Изд-во Министерства морского и речного флота СССР, 1953, 627 с. (Тр. НИИГА, т. 77).
3. **Astakhov V.** The stratigraphic framework for the Upper Pleistocene of the glaciated Russian Arctic: changing paradigms // *Global and Planetary Change*, 2001, v. 31 (1—4), p. 281—293.
4. **Зубаков В.А.** Новейшие отложения Западно-Сибирской низменности. Л., Недра, 1972, 312 с.
5. **Кинд Н.В.** Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. М., Наука, 1974, 255 с.
6. **Архипов С.А.** Хроностратиграфия плейстоцена севера Сибири // *Геология и геофизика*, 1989 (6), с. 13—22.
7. **Указания** к региональным стратиграфическим схемам мезозойских и кайнозойских отложений Западно-Сибирской равнины, утвержденным МСК в 1978 г. Тюмень, ЗапСибНИГНИ, 1984, 84 с.
8. **Архипов С.А.** Объяснительная записка к региональной стратиграфической схеме Западно-Сибирской равнины. Новосибирск, ИГиГ СО АН СССР, 1990, 95 с.

9. **Унифицированная** региональная стратиграфическая схема четвертичных отложений Западно-Сибирской равнины / Под ред. В.С. Волковой, А.Е. Бабушкина. Новосибирск, СНИИГГиМС, 2000, 64 с., 3 прил.
10. **Стратиграфический** кодекс. Изд. 2-е. СПб., ВСЕГЕИ, 1992, 120 с.
11. **Каплянская Ф.А., Тарноградский В.Д.** Западно-Сибирская равнина // Стратиграфия СССР, четвертичная система, полутом 2. М., Недра, 1984, с. 227—270.
12. **Гудина В.И.** Фораминиферы, стратиграфия и палеозоогеография морского плейстоцена севера СССР. Новосибирск, Наука, 1976, 126 с.
13. **Троицкий С.Л.** Четвертичные отложения и рельеф равнинных побережий Енисейского залива и прилегающей части гор Бырранга. М., Наука, 1966, 207 с.
14. **Троицкий С.Л.** Новые данные о последнем покровном оледенении Сибири // Докл. АН СССР, 1967, т. 174, № 6, с. 1409—1412.
15. **Левчук Л.К.** Биостратиграфия верхнего плейстоцена севера Сибири по фораминиферам. Новосибирск, Наука, 1984, 128 с.
16. **Антропоген Таймыра** / Под ред. Н.В. Кинд, Б.Н. Леонова. М., Наука, 1982, 184 с.
17. **Зубаков В.А.** Глобальные климатические события плейстоцена. Л., Гидрометеиздат, 1986, 288 с.
18. **Арсланов Х.А., Евзеров В.Я., Тертычный Н.И. и др.** К вопросу о возрасте отложений бореальной трансгрессии (понойских слоев) на Кольском полуострове // Плейстоценовые оледенения Восточно-Европейской равнины. М., Наука, 1981, с. 28—37.
19. **Арсланов Х.А., Лаухин С.А., Максимов Ф.Е. и др.** Бедоба — опорный разрез казанцевского горизонта в Центральной Сибири // Докл. РАН, 2004, т. 396, № 6, с. 796—799.
20. **Астахов В.И., Арсланов Х.А., Максимов Ф.Е. и др.** Возраст межледникового торфяника на Нижней Оби // Докл. РАН, 2005, т. 401, № 1, с. 95—99.
21. **Архипов С.А., Вотях М.Р., Гольберт А.В. и др.** Последнее оледенение в Нижнем Приобье. Новосибирск, Наука, 1977, 214 с.
22. **Murray A.S. and Wintle A.G.** Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquit regenerative-dose protocol // Radiation Measurements, 2000, v. 32, p. 57—73.
23. **Астахов В.И., Мангеруд Я.** О возрасте каргинских межледниковых слоев на Нижнем Енисее // Докл. РАН, 2005, т. 403, № 1, с. 63—66.
24. **Astakhov V.** The last ice sheet of the Kara Sea: terrestrial constraints on its age // Quaternary International, 1998, v. 45/46, p. 19—29.
25. **Васильчук Ю.К.** Изотопно-кислородный состав подземных льдов (опыт палеокриологических реконструкций). М., РИО Мособлупрполиграфиздата, 1992, т. 1, 420 с.; т. 2, 274 с.
26. **Péwé T.L. and Brown J.** International Symposium on Geocryological Studies in Arctic Regions // Frozen Ground, 1989, № 6, p. 13—15.
27. **Möller P., Bolshiyarov D. and Bergsten H.** Weichselian geology and palaeoenvironmental history of the central Taimyr Peninsula, Siberia, indicating no glaciation during the last global glacial maximum // Boreas, 1999, v. 28 (1), p. 92—114.
28. **Kienast F., Siegert Ch., Derevyagin A., Mai D.H.** Climatic implications of Late Quaternary plant macrofossil assemblages from the Taimyr Peninsula, Siberia // Global and Planetary Change, 2001, v. 31 (1—4), p. 265—281.
29. **Schirrmeister L., Siegert Ch., Kuznetsova T. et al.** Paleoenvironmental and paleoclimatic records from permafrost deposits in the Arctic region of Northern Siberia // Quaternary International, 2002, v. 89, p. 97—118.
30. **Sher A.V., Kuzmina S.A., Kuznetsova T.V., Sulerzhitsky L.D.** New insights into the Weichselian environment and climate of the East Siberian Arctic derived from fossil insects, plants and mammals // Quatern. Sci. Rev., 2005, v. 24 (5—6), p. 553—569.
31. **Каплянская Ф.А., Тарноградский В.Д.** Средний и верхний плейстоцен низовьев Иртыша. Л., Недра, 1974, 160 с.
32. **Мерклин Р.Л., Зархидзе В.С., Ильина Л.Б.** Определитель морских плиоцен-плейстоценовых моллюсков северо-востока Европейской части СССР. М., Наука, 1979, 96 с. (Тр. Палеонтологического ин-та, т. 173).
33. **Astakhov V.** Middle Pleistocene glaciations of the Russian North // Quatern. Sci. Rev., 2004, v. 23 (11—13), p. 1285—1311.
34. **Астахов В.И., Арсланов Х.А., Назаров Д.В.** Возраст мамонтовой фауны на Нижней Оби // Докл. РАН, 2004, т. 396, № 2, с. 253—257.

35. **Зархидзе В.С.** Падимейская толща западных и центральных районов Тимано-Уральской области // Вопросы стратиграфии и корреляции плиоценовых и плейстоценовых отложений северной и южной частей Предуралья, Вып. 1. Уфа, БашФАН СССР, 1972, с. 56—66.
36. **Лаврушин Ю.А., Чистякова И.А., Гайдаманчук А.С. и др.** Строение и вещественный состав отложений гляциального палеошельфа Большеземельской тундры // Литология кайнозойских отложений. М., ГИН АН СССР, 1989, с. 3—51.
37. **Астахов В.И., Исаева Л.Л., Кинд Н.В., Комаров В.В.** О геолого-геоморфологических критериях периодизации ледниковой истории Енисейского Севера // Четвертичные оледенения Средней Сибири. М., Наука, 1986, с. 18—28.
38. **Троицкий С.Л., Кулаков А.П.** Колебания уровня океана и рельеф побережий // Проблемы экзогенного рельефообразования, кн. 1. М., Наука, 1976, с. 351—426.
39. **Архипов С.А., Левчук Л.К., Шелкопляс В.Н.** Морские четвертичные отложения низовьев Оби // Геохронология четвертичного периода. М., Наука, 1992, с. 90—101.
40. **Svendsen J.I., Alexanderson H., Astakhov V.I. et al.** Late Quarternary ice sheet history of Northern Eurasia // Quatern. Sci. Rev., 2004, v. 23 (11—13), p. 1229—1271.
41. **Бардеева М.А.** Опорный разрез четвертичных отложений Среднесибирского плоскогорья // Четвертичные оледенения Средней Сибири. М., Наука, 1986, с. 35—52.
42. **Forman S.L., Ingólfsson Ó., Gataullin V. et al.** Late Quaternary stratigraphy, glacial limits, and paleoenvironments of the Marresale area, western Yamal Peninsula, Russia // Quatern. Res., 2002, v. 57, p. 355—370.
43. **Дроздов Н.И., Чеха В.П.** Реконструкция климатов позднего плейстоцена Средней Сибири (бассейн Енисея) по данным изучения лессовой формации // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири, вып. 2. Новосибирск, Изд-во ИАЭТ СО РАН, 2000, с. 175—188.
44. **Haesaerts P., Chekha V.P., Damblon F. et al.** The loess-palaeosol succession of Kurtak (Yenisei basin, Siberia): a reference record for the Karga stage (MIS 3) // Quaternaire, 2005, v. 16 (1), p. 3—24.
45. **Mangerud J.** Correlation of the Eemian and the Weichselian with deep sea oxygen isotope stratigraphy // Quatern. Intern., 1989, v. 3/4, p. 1—4.
46. **Лаврушин Ю.А., Эпштейн О.Г.** Геологические события плейстоцена на севере Восточной Европы и в южной части Баренцева моря (по материалам изучения естественных разрезов) // Бюл. Комиссии по изучению четвертичного периода, 2001, № 64, с. 35—60.

*Рекомендована к печати 3 февраля 2006 г.
А.В. Каныгиным*

*Поступила в редакцию 14 мая 2005 г.,
после доработки — 17 ноября 2005 г.*