

**Maruszczak H.** Loesses in Poland, their stratigraphy and paleogeographical interpretation // Ann. UMCS. Sectio B. Lublin. – 1986. – Vol. 41, N 2. – P. 15 – 54.

**Molodkov A.** ESR dating of Quaternary shells: recent advances // Quaternary Science Reviews. – 1988. – Vol. 7. – P. 477 – 484.

**Molodkov A.** The problem of long-term fading of absorbed palaeodose on ESR-dating of Quaternary mollusc shells // Applied Radiation and Isotopes. – 1989. – Vol. 40. – P. 1087 – 1093. †

**Molodkov A.** ESR-Dating of non-marine mollusc shells // Applied Radiation and Isotopes. – 1993. – Vol. 44. – P. 145 – 148.

**Molodkov A.** ESR dating evidence for early man at a Lower Palaeolithic cave-site in the Northern Caucasus as derived from terrestrial mollusc shells // Quaternary Science Reviews. – 2001. – Vol. 20. – P. 1051 – 1055.

**Molodkov A., Raukas A.** ESR age of the Late Pleistocene transgressions in the eastern part of the White Sea coast // Geologija. – 1998. – Vol. 25. – P. 62 – 69.

**Müller H.** Pollenanalytische Untersuchungen und Jahresschichtenzahlung an der eem-zeitlichen Kieselgur vor Bispingen/Luhe // Geologisches Jahrbuch. – 1974. – A. 21. – P. 149 – 169.

**Pecsi M.** Negyedkor es loszkutatás. – Budapest: Akadémiai Kiadó, 1993. – 375 p.

**Rohling E.J., Fenton M., Jorissen F.J., Bertrand P., Ganssen G., Caulet J.P.** Magnitudes of sea-level lowstands of the past 500000 years // Nature. – 1998. – Vol. 394. – P. 162 – 165.

**Rosignol-Strick M., Paterne M., Bassinot F.C., Emeis K.-C., De Lange, G.J.** An unusual mid-Pleistocene monsoon period over Africa and Asia // Nature. – 1998. – Vol. 392. – P. 269 – 272.

**Shackleton N.J.** The last interglacial in the marine and terrestrial records // Proceedings of the Royal Society London. – 1969. – B. 174. – P. 135 – 154.

**Shackleton N.J.** Oxygen isotopes, ice volume and sea level // Quaternary Science Reviews. – 1987. – Vol. 6. – P. 183 – 190.

**Shackleton N.J., Opdyke N.D.** Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238: oxygen isotope temperatures and ice volumes on a  $10^5$  and  $10^6$  year scale // Quaternary Research. – 1973. – Vol. 3. – P. 39 – 55.

**Winograd I.J., Coplen T.B., Lanwehr, J.M., Riggs A.C., Ludwig K.R., Szabo B.J., Kolesar P.T., Revesz K.M.** Continuous 500000 year climate record from vein calcite in Devils Hole, Nevada // Science. – 1992. – Vol. 258. – P. 255 – 260

*Материал поступил в редколлегию 4.07.01 г.*

УДК 902.657

**В.С. Шейнкман**

*Научный центр Рамон Института изучения пустынь им. Блауштейна Негевского университета им. Бен-Гуриона  
Мицпе-Рамон, п/я 194, 80600, Израиль  
Ramon Science Center, Blaustein Institute for Desert Research, Ben Gurion University of the Negev  
P. O. Box 194, Mizpe Ramon, 80600 Israel  
E-mail: sheinkma@bgumail.bgu.ac.il  
Томский государственный университет  
ул. Ленина, 36, Томск, 634050, Россия*

## ТЕСТИРОВАНИЕ S-S-ТЕХНОЛОГИИ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ДАТИРОВАНИЯ НА РАЗРЕЗАХ ПОБЕРЕЖЬЯ МЕРТВОГО МОРЯ, ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ГОРНОМ АЛТАЕ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

### Введение

Временная привязка событий плейстоцена – актуальная задача как геологических, так и археологических исследований. Изучаемые разрезы, особенно в горных долинах, в возрастном отношении нередко остаются “немыми”, или полученные по ним даты единичны и противоречивы, из-за чего возникают острые дискуссии. Связано это с тем, что четвертичные отложения в горах входят в состав сложно построенных морфолитокомплексов, зачастую лишенных пригодных для традиционного датирования радиометрическими методами компонентов ( $^{14}\text{C}$ -, U-содержащих и др.). Что касается дозиметрических методов (ТЛ, ОСЛ, ЭПР и др.), то чаще всего они применяются при изучении лессовых толщ на равнинах, а при диагностике отложений в горных районах их использование все еще носит экспериментальный характер и пока не получило широкого распространения.

Разночтения связаны не только с ограничениями имеющихся хронометрических технологий. Нередко интерпретации данных мешает недостаточное взаимодействие между специалистами по датированию и теми, кто использует результаты хронометрии. Обычно при датировании горных пород в их развитии выделяют определенный физический процесс, в котором с помощью соответствующих приемов можно выявить временную составляющую, и затем про-

водят ее анализ. Специалисты по датированию сами не всегда могут учесть особенности геологических явлений, существенно влияющих на выделенную временную составляющую, а пользователи – вникнуть в суть хронометрических технологий, чтобы внести необходимые поправки. Отсюда и противоречивость мнений.

Чтобы показать возможность снятия подобных противоречий и осуществить временную привязку четвертичных отложений в горных долинах и в случае, когда традиционные методы хронометрии не работают, а также снизить уровень случайности определений, перейдя от единичного опробования на возраст к серийному, автор провел специальные эксперименты [Шейнкман, 1990а, 1995а; Шлюков и др., 1990; Sheinkman, Shlukov, 2001]. Их целью были апробация, тестирование и последующее внедрение новых технологий датирования, пригодных для изучения отложений горных долин. Причем во избежание ошибок датирования автор, сочетая взвешенное отношение к накопленному опыту и критический анализ полученных результатов с позиций геологии, детально вникал и в суть применяемых им хронометрических технологий.

Обсуждение уже первых результатов [Шейнкман, 1988, 1990а; Шлюков и др., 1990] показало, что есть необходимость более подробно осветить ход эксперимента, ибо исследователей интересовало, почему

сделан выбор именно в пользу примененных методов и можно ли, в свете острой дискуссии по проблеме, в принципе датировать четвертичные отложения в горных долинах. Для ответа на эти вопросы потребовалось проведение репрезентативных исследований и соответствующее тестирование используемых технологий. Сейчас все основные результаты получены – они и освещены в данной статье.

Право пользования примененными методиками было дано их разработчиками (научная группа под руководством А.И. Шлюкова) автору лишь после тщательной апробации. Так, в рамках проводимого эксперимента S-S-метод вначале отработывался на представительных разрезах Русской равнины [Шлюков и др., 1990], и только после получения большого количества кондиционных данных он был использован в горах Сибири [Шейнкман, 1990а, б, 1993а, б; Sheinkman, Barashkova, 1991]. Причем лишь тогда, когда после ряда попыток найти другие надежные способы хронометрии для использования в условиях горных долин (качественный материал, пригодный для радиометрического датирования, здесь находят очень редко) и получить основу для перекрестного анализа вполне приемлемые результаты дала еще одна методика – наноциклитный анализ [Афанасьев, Архипов, 1990]. Последующее тестирование S-S-технологии на детально датированных радиометрическими методами разрезах побережья Мертвого моря [Sheinkman, Shlukov, 2001; Sheinkman, Plakht, Mazor, 2001] подтвердило правомочность ее использования в различных районах.

Исследования проводились на разнообразных объектах – чтобы выявить наиболее пригодные для датирования используемыми методами. Требования, предъявляемые к применяемым хронометрическим технологиям, заключаются в следующем:

- результаты датирования должны быть корректны относительно методов определения возраста горных пород, уже доказавших свою надежность;
- информация должна быть получаемая оперативно и в объеме, достаточном для проведения хотя бы первичной статистической обработки и учета с ее помощью возможных искажений в полученных оценках возраста горных пород;
- технологии датирования должны быть хорошо обоснованы с позиций их физической сущности и доступны пользователям как в плане освоения, так и заверочного повторения результатов.

### Методика

S-S-технология ТЛ-датирования, положенная автором в основу серийного опробования четвертичных отложений на возраст, базируется на детальном изучении термолуминесценции минералов. Будучи разработан-

ной научной группой А.И. Шлюкова в 1980-х гг. [Shlukov et al., 2001], она впитала результаты совместных с ним экспериментов автора по изучению горных долин Алтая и Израиля [Шлюков и др., 1990; Шейнкман, 1990а, 1995а; Sheinkman, Shlukov, 2001], а также многолетних исследований, проведенных коллегами автора по Томскому госуниверситету [Матросов, Погорелов, 1978; Матросов, Чистяков, Погорелов, 1979].

Использование фиксации энергии ТЛ-сигнала как способа определить возраст горных пород впервые было применено в 1960-х гг. в СССР [Mogorov, 1968], после чего метод быстро получил широкое распространение [Aitken, 1985, 1998; Berger, 1988; Luminescence..., 1997; Stokes, 1999]. Базируется ТЛ-датирование на свойстве минералов-кристаллофосфоров накапливать энергию фонового излучения, испускаемого радионуклидами, практически всегда содержащимися в изучаемых отложениях. Накопление энергии ТЛ-сигнала идет по экспоненте, контролируемой свойствами минерала-хронометра; ими определяется и время, в течение которого минерал в конце концов достигает состояния насыщения и прекращает работать как хронометр. Выброс накопленной энергии можно стимулировать, нагревая минерал, и фиксировать в виде излучения в световом диапазоне. Фиксированная светосумма, представляющая собой серию отдельных выплесков, происходящих при определенной температуре (180, 300 °С и др.), и является критерием временной функции ТЛ-сигнала.

Выброс накопленной минералом энергии ТЛ-сигнала происходит и под воздействием ультрафиолетового облучения. Это решает проблему точки отсчета. Если перед погребением минерал-хронометр в изучаемых отложениях был обнулен, т.е. выведен на состояние с минимально возможной в нем величиной энергии ТЛ-сигнала за счет принудительной стимуляции ее выброса (экспонирование на солнечном свете для мелкозема или обжиг для артефактов), то существовавшая в нем ранее возрастная информация (прогенетическая память) была стерта и при последующем захоронении начнет накапливаться заново. Путем сравнения испытуемого образца, накопившего после обнуления новую возрастную информацию, с образцами в состояниях насыщения и обнуления, а также расчета экспоненты накопления энергии ТЛ-сигнала и определяется возраст горных пород.

Сложность заключается в получении насыщенных образцов. Обычно для этого используется их искусственное облучение в радиационном поле, значительно более сильном, чем природное в местах залегания изучаемых отложений. Однако специальные исследования [Матросов, Погорелов, 1978; Матросов, Чистяков, Погорелов, 1979; Шлюков и др., 1990; Shlukov et al., 1993] показали, что такой прием не всегда пра-

вомоchen. Ускоренное лабораторное насыщение минерала-хронометра в течение часов или дней (в прежних попытках ТЛ-датирования алтайских объектов речь шла даже о минутах [Ильичев и др., 1973]) не является аналогом природного, протекающего тысячи лет. При ускоренном процессе у минерала-хронометра появляется добавочный наведенный сигнал, и на экспоненте зависимости светосуммы образца от дозы облучения возникают искажения. При экстраполяции данных такие искажения естественного ТЛ-сигнала обычно приводят к значительному удревнению пород (чем больше возраст, тем больше погрешность) [Шлюков и др., 1990; Shlukov et al., 1993], из-за чего, собственно, и идут споры. Некоторые опубликованные ТЛ-возрасты свыше 300 тыс. лет, не контролируемые перекрестным анализом, скорее всего, следует отнести к удревненным за счет упомянутых искажений. Так, например, отложения известной стоянки Диринг-Юрях в Якутии, датированные в начале О.А. Куликовым по пяти образцам в диапазоне 1,1 – 2,9 млн л.н., оказались значительно моложе – около 0,25 млн лет [Waters et al., 1999].

В целом ТЛ-метод как инструмент определения возраста себя вполне оправдывает, но при использовании технологий, когда к природному ТЛ-сигналу испытуемого образца добавляется искусственно в нем наведенный, обращаться с результатами датирования нужно очень осторожно. Попытки учесть искажения с помощью различных поправок, нередко кратно корректирующих результат [Хютт, 1990; Aitken, 1985, 1998; Luminescence..., 1997], предпринимались, однако это задача весьма сложная и пока до конца не решенная.

S-S-технология, использующая в качестве хронометра песчаную фракцию кварца, включает иные приемы. Для расчета возраста производится замер не всей накапливаемой минералом энергии, а только пика ее выплеска при температуре около 300 °С, который установлен [Shlukov et al., 2001] для кварца как самый надежный возрастной критерий. В этом случае образцами в состоянии насыщения могут быть природные эталоны – отложения, естественным путем накопившие энергию насыщения за длительное время. Для кварца это время составляет в среднем 200 – 300 тыс. лет, но оно сокращается, если мощность естественного радиационного фона велика, и порой уменьшается вдвое. Если же радиационный фон мал, то насыщение минерала-хронометра может произойти за более длительное время, но встречается это редко.

Вся процедура значительно упрощена: образец очищается от примесей, помещается на нагревательную часть измерительного комплекса, стимулированный нагревом ТЛ-сигнал фиксируется в виде кривой термовысвечивания (КТВ), и по ее амплитуде вычисляется возраст. Отбору образцов должен предшество-

вать анализ условий седиментации: нужно удостовериться, что перед захоронением датироваемые отложения прошли экспонирование на солнце и в них стерта прогенетическая память. Кроме того, следует учесть, что наличие в образце примесей, от которых не всегда удается избавиться, вносит искажения. При малом их количестве можно судить хотя бы о порядке возраста испытуемого образца, но при существенном искажении ТЛ-сигнала образцы приходится браковать. Тем не менее, исключая дорогую и сложную процедуру лабораторного насыщения образцов, использование S-S-технологии резко увеличивает скорость обработки материала, удешевляет стоимость исследований и устраняет главный недостаток традиционной технологии – погрешности за счет наведенного ТЛ-сигнала.

На Русской равнине апробация метода контролировалась большим количеством <sup>14</sup>C-дат, ибо этот регион хорошо исследован. В горах Сибири четвертичные отложения изучены гораздо хуже, а органические остатки редки. Там для контроля был использован разработанный С.Л. Афанасьевым [Афанасьев, Архипов, 1990] наноциклитный (НЦ) метод, хорошо показавший себя в равнинных районах, но в горных долинах ранее не применявшийся. Этот метод является разновидностью варвометрического анализа, его суть состоит в выявлении тонких механизмов седиментогенеза: в случае отложений алевропелитовой и более мелкой фракции в стабильных на изучаемом отрезке времени водоемах осадконакопление чутко реагирует на возмущения гравитационного поля, и изменение толщины элементарных слоев осадка будет отражать главный возмущающий фактор – взаимодействие планет Солнечной системы. Физически это выразится в накоплении в элементарном слое в периоды усиления земного притяжения более крупных частиц, и он будет толще, а в периоды ослабления – более мелких, и он будет тоньше. В целом же ритмика слоев отразит колебания гравитационного поля, хронология которых астрономическими методами вычисляется очень точно. Степень соответствия расчетных кривых гравитационных возмущений и кривых изменений толщины элементарных слоев, фиксируемых натурными наблюдениями, настолько высока, что иных объяснений этому феномену нет.

Основное тестирование S-S-технологии было проведено на разрезах побережья Мертвого моря [Sheinkman, Shlukov, 2001; Sheinkman, Plakht, Mazor, 2001], ранее надежно датированных <sup>14</sup>C- и U/Th-методом [Stein, 2000]. В целом результаты датирования с помощью S-S-технологии здесь оказались практически идентичными ранее имевшимся данным, хотя в некоторых точках и наблюдался разброс величин, обычный при датировании (рис. 1).

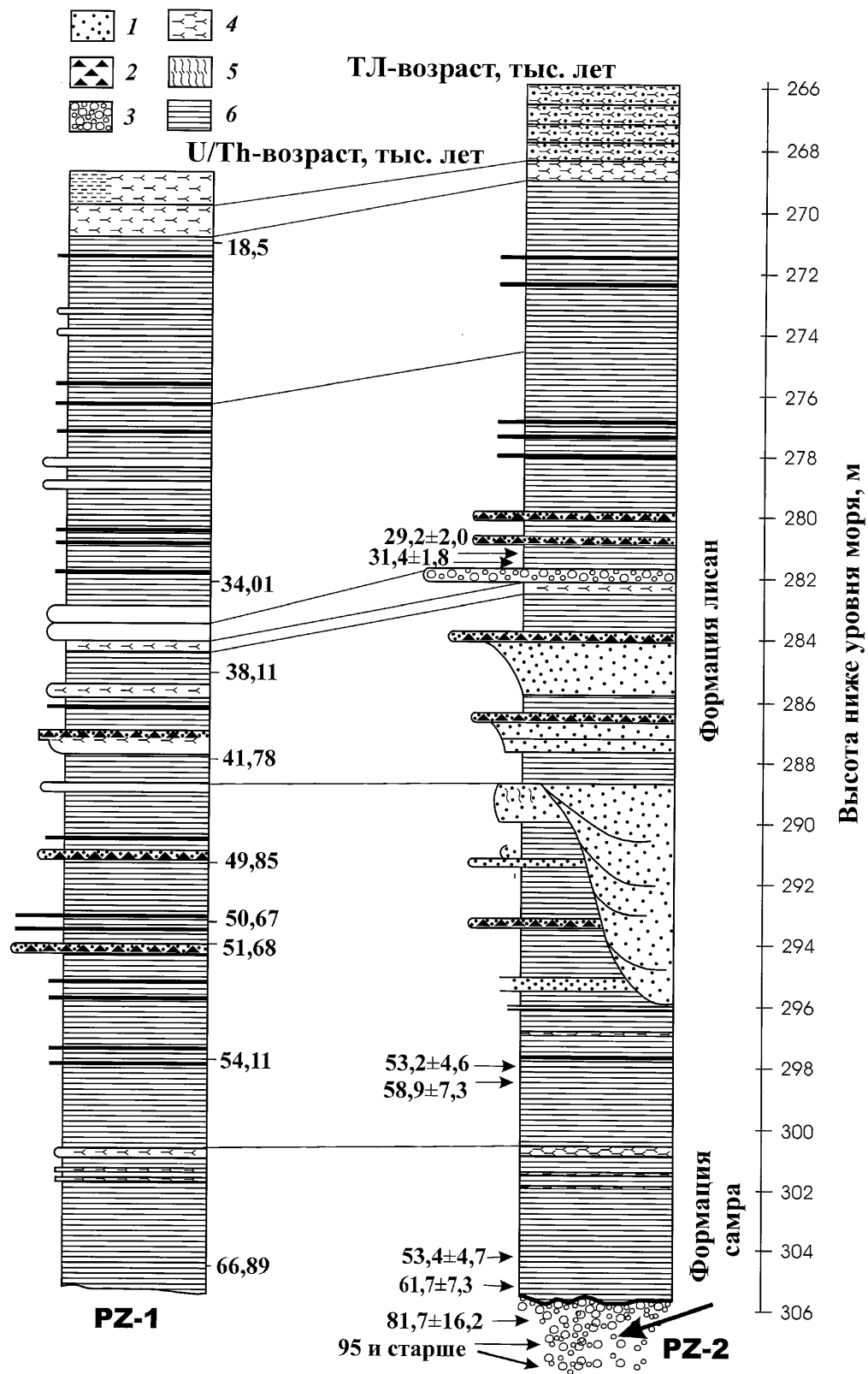


Рис. 1. Тестирование S-S-технологии ТЛ-анализа на коррелируемых разрезах PZ-1 и PZ-2 на побережье Мертвого моря. Слева – результаты U/Th-датирования по: [Machlus et al., 2000], справа – результаты ТЛ-датирования S-S-технологией по: [Sheinkman, Shlukov, 2001].

1 – пески, 2 – рифели, 3 – гравий, 4 – гипс, 5 – почва, 6 – арагониты, глины и алевроиты.

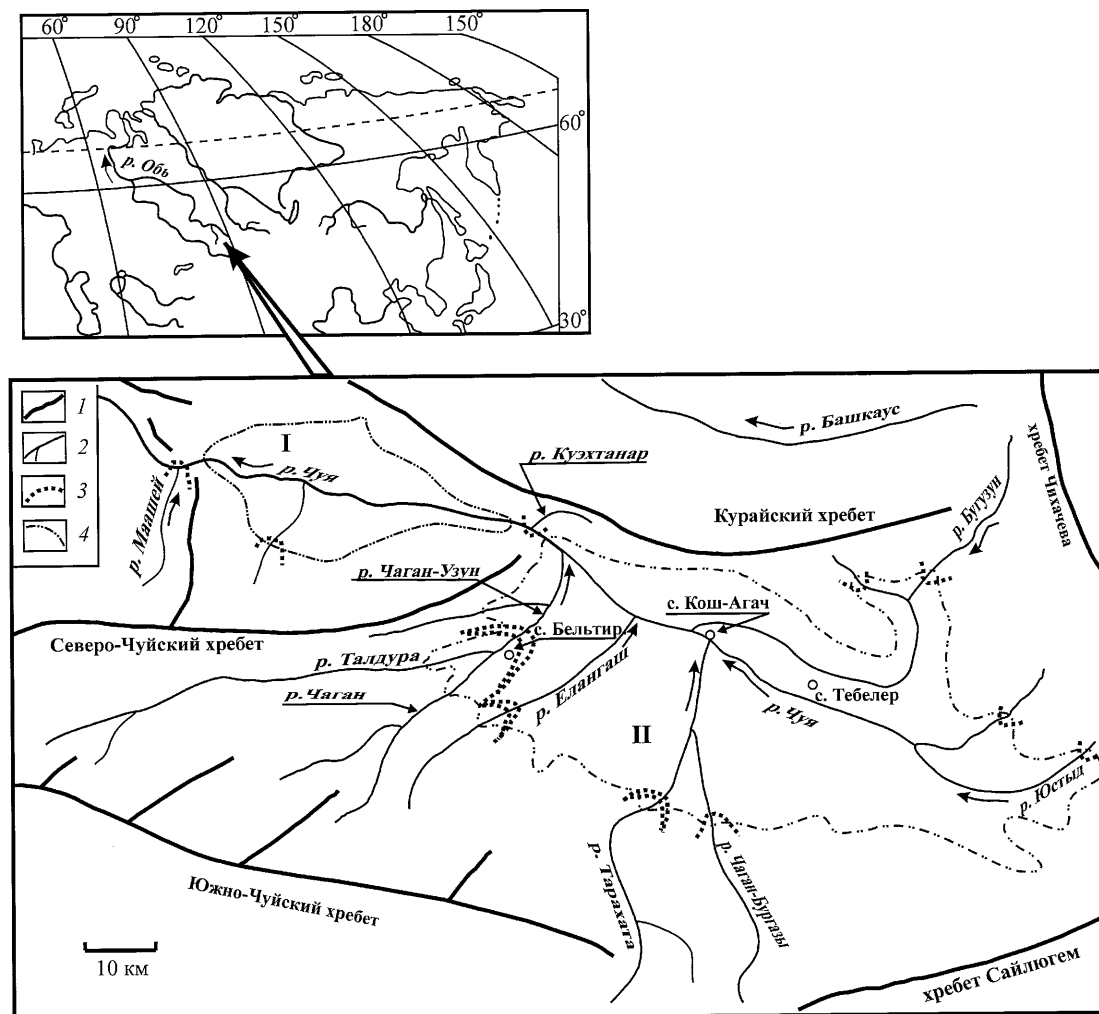


Рис. 2. Карта района исследований.

1 – горные хребты, 2 – реки, 3 – конечноморенные комплексы, 4 – границы Курайской (I) и Чуйской (II) межгорных впадин.

### Изучаемые объекты и история их датирования

В качестве опорных были выбраны разрезы в долине главного притока Верхней Чуи – р. Чаган-Узун, которые в 1970-х гг. уже опробовались с помощью имевшейся тогда ТЛ-технологии [Ильичев, Куликов, Фаустов, 1973; Разрез..., 1978]. Археологические объекты здесь непосредственно не датировались, но все выводы, касающиеся развития геологической среды, к которой всегда привязаны артефакты, приемлемы в данной ситуации и для археологических целей, ибо в долине р. Чаган-Узун хорошо отражены все основные этапы четвертичного периода. Спор о происхождении и возрасте четвертичных комплексов этой долины идет уже много лет [Девяткин, 1965; Попов, 1972; Разрез..., 1978; Шейнкман, 1993а, б, 1995б], и прояснение ситуации позволило бы подойти к решению целого ряда узловых вопросов палеогеографии плейстоцена гор Сибири.

Верховья р. Чуи в плейстоцене обрабатывались потоками льда, которые начинались в высокогорье и останавливались, достигнув Чуйской и Курайской межгорных депрессий. Детальное изучение отложений обеих впадин с позиций палеогляциологии и геокриологии [Шейнкман, 1990б, 1993б, 1995б] показало, что в их пределах во времена плейстоценовых криохронов широкое распространение получали перигляциальные процессы, но спускающиеся из высокогорья потоки льда лишь разливались ледниками подножий у границ впадин – за пределами трогов мощь ледников резко падала, и заполнить впадины они были не в состоянии. Ныне очертания ледников подножий четко фиксируются амфитеатрами конечных морен, запирающих трого, начинающиеся в окружающих впадины высоких горных хребтах (рис. 2).

Долина р. Чаган-Узун интересна тем, что в низовье она перегорожена прекрасно выраженными конечными моренами максимального продвижения по ней

ледников (см. рис. 2), а в среднем течении – в бортах долин рек Чаган и Талдура, образующих при слиянии Чаган-Узун, – вскрывается “слоенный пирог” сероцветных отложений ледникового комплекса мощностью около 150 м, лежащих на доледниковых красноватых.

В предшествующих исследованиях [Ильичев, Куликов, Фаустов, 1973; Свиточ, Ильичев, Фаустов, 1973; Разрез..., 1978] ТЛ-датирование в долине р. Чаган-Узун касалось в основном ледниковых отложений, причем осуществлялось оно напрямую. Как было сообщено его исполнителями [Власов, Куликов, 1987], тогда, в дополнение к искусственному насыщению образцов, была предпринята попытка учесть прогенетическую память палеохронометра путем замера остаточного ТЛ-сигнала в моренах современных ледников и подстановки полученных данных в расчеты по древним моренам. С позиций гляциальной геологии этот прием принципиально некорректен.

Идентичность механизма захоронения современных и древних морен, протекающего в разных условиях, исключена, и отделить прогенетическую память палеохронометра от информации, накопившейся после его перезахоронения, в таких случаях практически невозможно. Ибо у большинства морен материал, включающий палеохронометр, не проходит экспонирование на солнце, а содержание радионуклидов, дающих фоновое излучение и влияющих на величину ТЛ-сигнала, в разных отложениях и на разных участках долины р. Чаган-Узун неодинаково [Шейнкман, 1995а]. Корректные для ТЛ-анализа отложения в такой ситуации крайне редки: это лишь абляционный мелкозем, сформированный на ледниковой поверхности и затем захороненный, – небольшие, перемываемые талой водой песчаные накопления возле крупных валунов или осадки мелководных озер, образующихся в теле ледника.

Автором датирование морен напрямую проводилось в исключительных случаях – возраст морен определялся главным образом по коррелируемым с ними отложениям. Образцы же, фигурирующие в работах [Ильичев, Куликов, Фаустов, 1973; Свиточ, Ильичев, Фаустов, 1973], брались из основных морен, механизм формирования которых вообще не позволяет вычислить запас прогенетической памяти содержащегося в них палеохронометра: результаты датировки по ним будут заведомо искажены на неопределяемую какими-либо замерами величину.

Всего в бассейне р. Чаган-Узун с помощью S-S-метода автором было получено более 50 возрастных определений, контролировавшихся НЦ-методом и, при наличии пригодного материала, <sup>14</sup>C-датировками (наноциклитная съемка выполнялась по озерно-ледниковым алевропелитам: необходимых слоистых текстур из другого материала встречено не было). В це-

лом опробований было намного больше – по всем палеомаркерам, но из-за выявленных впоследствии технологических ограничений не все удалось довести до конца процедурной обработки.

После опубликования результатов датирования [Шейнкман, 1988, 1990а, б] А.А. Свиточем [1991] было высказано мнение о несогласованности данных, полученных в низовьях долины р. Чаган-Узун. Он ошибочно полагал, что приведенные автором даты относятся к моренам цунгового бассейна, тогда как они касаются иных осадков – разновозрастных подпрудных озер. Поэтому никакой несогласованности возрастных определений здесь нет, а полученные разными методами даты показали высокую степень корреляции результатов перекрестного датирования. Кроме того, выявление в ряде случаев с помощью наноциклитной съемки параметров внутригодовой и многолетней ритмики озерно-ледниковых отложений дало возможность выйти на такие характеристики, как длительность сезонного ледостава и скорость накопления осадков в древних озерах, что помогло разобраться и в некоторых вопросах палеогеографии.

Для подобного анализа нужны непрерывные разрезы, не нарушенные на величину мощности в несколько сот годовых слоев, иначе точность расчетов резко снижается: чем выше уровень обобщения, тем точнее выделяется основной временной таксон как единица счета. (Если в одних случаях НЦ-возраст изучаемых осадков определяется с точностью до тысячелетий, то в других – до веков и лет; в некоторых разрезах удается расчленить и годовичные слои – с выделением сезонной ритмики.) Репрезентативные разрезы в долине р. Чаган-Узун были найдены, и в озерных толщах, по которым ранее [Разрез..., 1978; Рудой, 1981; Бутвиловский, 1993] оценки осадконакопления варьировали от нескольких миллиметров до десятков сантиметров в год, наноциклитная съемка выявила своеобразный механизм седиментогенеза. Он заключается в отложении осадков алевропелитовой фракции, чередующихся с тонкими прослоями песка, со скоростью 1 – 1,5 см в год, что характерно для многих проточных горных озер [Озера..., 1982]. Вычисленные при этом в ряде случаев сроки ледостава позволили выявить и характер озер, оставивших отмеченные осадки [Шейнкман, 1997].

В низовьях р. Чаган-Узун большинство авторов, опираясь прежде всего на общегеологические данные, относили конечные морены к позднему плейстоцену, но сероцветный стратоконгломерат в обрывах среднего течения одни считали также позднеплейстоценовым [Попов, 1962, 1972], а другие [Девяткин, 1965; Разрез..., 1978] расчленяли его с выделением более древних морен. Тем не менее В.А. Ильичев, О.А. Куликов, С.С. Фаустов, предпринявшие первую попытку ТЛ-датирования этого комплекса, отметили, что “воз-

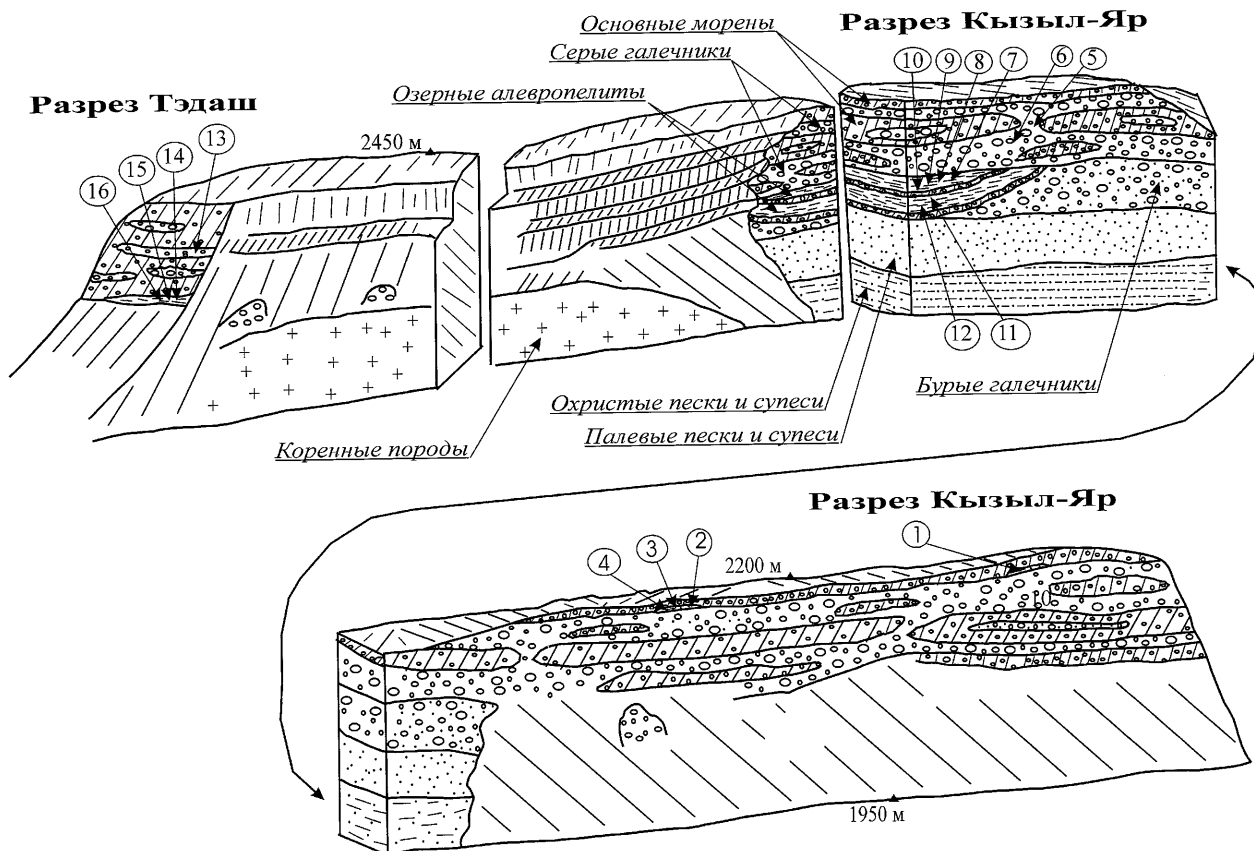


Рис. 3. Блок-схема Чаганского обнажения и точки отбора проб на возраст. Пояснения в тексте.

раст ледниковой толщи разреза Чаган всеми исследователями оценивался... как среднеплейстоценовый” [1973, с. 252]. В последующем мнение о позднеплейстоценовом возрасте всего комплекса сероцветов долины р. Чаган-Узун, хорошо известное из, например, цитируемых [Разрез..., 1978] упомянутых работ В.Н. Попова, также не комментировалось.

### Результаты датирования

Сероцветы в долине р. Чаган-Узун представлены отложениями разного генезиса, хорошо отражающими чередование стадий наступания и отступления плейстоценовых льдов. Лучше всего они выделяются в долине р. Чаган (правой составляющей р. Чаган-Узун), где обнажение четвертичных отложений протянулось более чем на 10 км от ее устья вдоль левого борта долины. Здесь удалось провести датирование нескольких блоков самого протяженного разреза Кызыл-Яр и верхнего, по течению, разреза Тэдаш (названия даны автором по урочищам, в которых расположены разрезы) (рис. 3).

Полученные даты оказались значительно более поздними, чем приведенные в работах [Ильичев, Ку-

ликов, Фаустов, 1973; Свиточ, Ильичев, Фаустов, 1973], что связано, на наш взгляд, с удревнением возраста отложений использованной данными исследователями технологией датирования. Это не значит, что все прежде сделанные ТЛ-определения не верны. В работе С.Л. Афанасьева, С.А. Архипова [1990], например, показано, что НЦ-датировки могут подтверждать достаточно древний возраст пород, установленный по прежней ТЛ-технологии. Но в любом случае учет присущих ей погрешностей весьма сложен и обращаться с такими данными нужно очень осторожно.

В верхних горизонтах Чаганского обнажения представлено чередование основной морены и ледниково-речных галечников (обычно мощностью 8–12 м, иногда увеличивающейся до 20 м), периодически замещающихся сопряженными озерно-ледниковыми и озерно-речными отложениями. Из-за подобных замещений очень трудно выделить ледниковые циклы: здесь сыграло роль наложение эрозионно-аккумулятивной деятельности ледников разных генераций, причем разной величины. Нередко сплошной монолит перекрывающих друг друга основных морен оказывается лишь осложнен включениями галечника, песков и алевритов. Хотя порой просматривается



и четко выраженный “слоеный пирог” разногенетических отложений, и в отдельных колонках ясно выделяются комплексы “гляциал – интергляциал”, которых в разных частях Чаганского обнажения можно выделить от трех до шести.

Самая верхняя морена лежит на причлененной к высокогорью водораздельной поверхности выравнивания и покрывает ее сплошным, хорошо выдержанным по простирацию чехлом мощностью от 5 – 8 до 10 – 12 м. Это – основная морена, на которую периодически спроецированы, или включены в нее, сопряженные отложения. По включениям таких сопряженных с мореной водно- и озерно-ледниковых отложений было сделано несколько возрастных определений. В ближайшей к устью реки части разреза, выделенной как блок Кызыл-Яр-1 (рис. 3, точка 1), по небольшой линзе озерно-ледниковых алевритов сначала удалось получить НЦ-дату <140 тыс. л.н. (здесь выявилось нарушение слоистости, не позволившее сделать вычисления точнее), а затем по аналогичным осадкам в блоке Кызыл-Яр-2 – НЦ-дату  $59,4 \pm 9,8$  и два ТЛ-определения по сопряженным с ними пескам –  $58 \pm 7$  и  $61 \pm 7$  тыс. л.н. (рис. 3, точки 2 – 4).

Следующий цикллит в Чаганском обнажении выделить сложно. До глубины 70 – 80 м от поверхности часто просматривается сплошной монолит наложенных друг на друга практически одинаковых по облику основных морен, рассеченных линзами ледниково-речных галечников – как в разрезе Тэдаш, – или подобный монолит образуют сами галечники, рассеченные линзами морен, что нередко наблюдается в разрезе Кызыл-Яр. В центре последнего ранее [Ильичев, Куликов, Фаустов, 1973] по одной из морен была получена ТЛ-дата  $145 \pm 13$  тыс. л.н., хотя, как отмечалось выше, датировать подобные отложения некорректно в принципе. Автором также в центре данного комплекса, в выделенном блоке Кызыл-Яр-3, по ледниково-речным галечникам (рис. 3, точки 5, 6) получены ТЛ-даты  $79 \pm 8$  и  $85 \pm 11$  тыс. л.н., а по подобным галечникам в разрезе Тэдаш (рис. 3, точка 13) – близкая к ним  $81 \pm 10$  тыс. л.н. Величины того же порядка были получены для аналогичных толщ в бассейне р. Талдуры, в долине ее притока – р. Кыскынонор, которая также врезана в упомянутую поверхность выравнивания.

Примерно на середине длины Чаганского обнажения под 80-метровой толщей чередующихся морен и галечников расположены две линзы озерно-ледниковых алевропелитов, вложенные одна в другую и разделенные основной мореной мощностью 10 – 12 м. Нижняя линза подстилается еще одной мореной примерно такой же мощности и вложена вместе с ней в толщу бурого доледникового аллювия (рис. 3). Верхняя, меньшая, линза имеет мощность 10 – 12 м, нижняя – около 20 м. В работах [Ильичев, Куликов, Фаустов, 1973; Раз-

рез..., 1978] секущая озерные осадки морена не выделялась, а их возраст определялся ТЛ-методом по подстилающей морене, для которой получены даты  $266 \pm 30$  и  $476 \pm 51$  тыс. л.н. В нашем случае и здесь отложения оказались намного моложе.

По блоку Кызыл-Яр-4 (верхняя линза озерных алевропелитов) получены даты: НЦ  $105,8 \pm 7$ ,  $108,7 \pm 10,6$  и  $111 \pm 75$  тыс. л.н. (низкая точность последней из-за нарушений слоистости) и ТЛ  $\geq 100$  тыс. л.н. (рис. 3, точки 7 – 10), а по блоку Кызыл-Яр-5 (нижняя линза) – НЦ  $131,7 \pm 12$  и  $133 \pm 10$  тыс. л.н. (рис. 3, точки 11, 12). Осыпи не позволили проследить детали перехода от этой части разреза к расположенному выше по долине разрезу Тэдаш. Но в последнем под хорошо выраженным моренным монолитом автором были рассчитаны аналогичные озерно-ледниковые алевропелиты и по ним, в дополнение к упомянутому ТЛ-определению по расчленяющим вышележащую морену галечникам –  $81 \pm 10$  тыс. л.н. (рис. 3, точка 13), получены даты (сверху вниз): НЦ  $121,7 \pm 9,1$ , ТЛ  $121 \pm 14$  и  $135 \pm 15$  тыс. л.н. (рис. 3, точки 14 – 16).

Что касается красноцветного основания в Чаганском обнажении, то ТЛ-опробование показало насыщение содержащегося в нем палеохронометра. Полученные по нему [Свиточ, Ильичев, Фаустов, 1973; Разрез..., 1978] определения возраста в диапазоне 560 – 1500 тыс. лет, на наш взгляд, отражают не естественный, а наведенный ТЛ-сигнал. К сожалению, пригодных для наноциклитной съемки осадков здесь не оказалось и точный возраст красноцветов не установлен.

В низовьях р. Чаган-Узун строение пород вскрывается в разрезах глубокого ущелья долины прорыва и в обобщенном виде представлено на рис. 4. Возраст дистальной морены максимального продвижения ледника, маркированного обширным моренно-ригельным комплексом [Шейнкман, 1997], точно определить не удалось: ввиду невозможности удалить примеси из палеохронометра величина его ТЛ-сигнала позволяет говорить о нем лишь как о раннезырянском (ранневислинском). Но по осадкам озера, формировавшегося перед проксимальной конечной мореной, получена НЦ-дата  $85 \pm 10,6$  тыс. л.н. (рис. 4, точка 3). Выше по течению эти озерные осадки сохранились в составе отдельных фрагментов высоких (до 60 м и более над урезом современной реки) террас, прижатых к бортам долины, или в погребенном виде. По верхним слоям таких террас получены еще две НЦ-даты (рис. 4, точки 15, 16), которые совпали, –  $80 \pm 12$  тыс. л.н., а того же порядка ТЛ-дата  $74 \pm 9$  тыс. л.н. (рис. 4, точка 13) показывает наличие осадков данной генерации в погребенном виде.

Недалеко от амфитеатра максимальной морены, примерно в километре выше его по долине, просматривается еще один моренно-ригельный комплекс, перед которым сформирован другой – более обширный

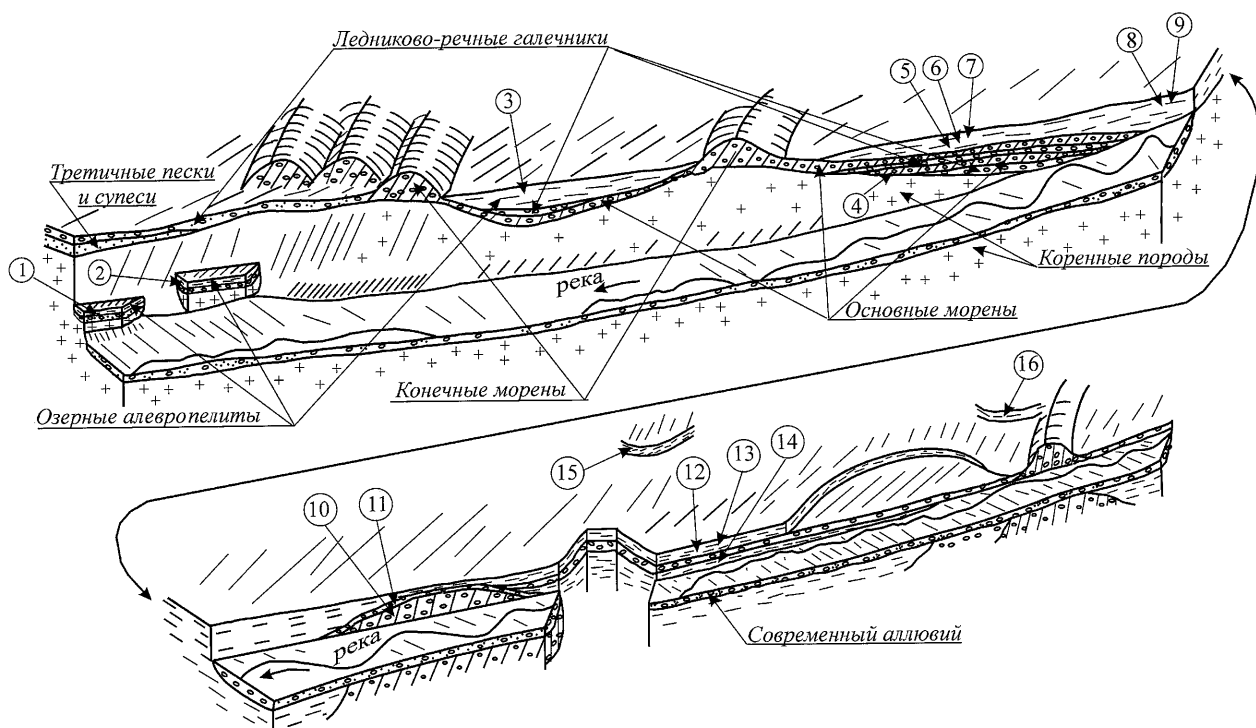


Рис. 4. Блок-схема низовой долины р. Чаган-Узун и точки отбора проб на возраст. Пояснения в тексте.

и сложно построенный – цунговый бассейн. На ригель здесь налегает “слоеный пирог” из отложений основной морены, чередующихся со слоями галечника, которые похожи на аналогичные слои в Чаганском обнажении, но лучше промыты и имеют более темную окраску. Выше по течению данный комплекс уходит под песчаные и алевропелитовые озерные осадки, входящие (вне долины прорыва) в состав более низкой (первые десятки метров над урезом современной реки), чем упомянутая ранее высокая, озерной террасы. Причем алевропелиты в этой террасе нередко рассечены слоями галечника.

В основании отложений основной морены (рис. 4, точка 4) по песчаной линзе в тени крупного валуна была получена ТЛ-дата  $90 \pm 12$  тыс. л.н. В пределах цунгового бассейна породы оказались значительно моложе: недалеко от моренного вала по нижней части разреза озерных осадков были получены ТЛ-даты  $63 \pm 7$  и  $61 \pm 7$  тыс. л.н., по центральной –  $53 \pm 6$  и по верхней –  $40 \pm 5$  тыс. л.н. (рис. 4, точки 5–8). Однако имел место и выброс – около 100 тыс. л.н. по отложениям в точке 9 рядом с точкой 8, что, скорее всего, связано с неполной стертойостью по какой-либо причине прогенетической памяти в палеохронометре.

В центре цунгового бассейна река вскрывает погребенный под озерно-ледниковыми и ледниково-речными осадками фрагмент морены, где по линзе песка за валуном была получена ТЛ-дата  $83 \pm 9$  тыс. л.н., а по наложенному на морену галечнику –  $72 \pm 8$  тыс. л.н.

(рис. 4, точки 10, 11). Выше по течению в разрезе озерной террасы (высота около 20 м), посередине рассеченном слое галечника, над этим галечником были получены даты ТЛ  $62 \pm 7$  и НЦ  $51,4 \pm 7,1$  тыс. л.н., а под ним – упомянутая выше ТЛ  $74 \pm 9$  тыс. л.н. (рис. 4, точки 12–14).

Верхняя, по течению, часть Чаган-Узунского цунгового бассейна замыкается мореной, налегающей на озерные отложения, которые выше по долине в днище трога выпажаны ледником. Ранее по образцу, отобранному В.А. Ильичевым из этой морены, им была получена ТЛ-дата  $58 \pm 7$  тыс. л.н., а по озерным отложениям, на которые морена налегает, –  $32 \pm 4$  тыс. л.н., коррелирующая с  $^{14}\text{C}$ -датой  $25,3 \pm 0,6$  тыс. л.н. [Ильичев, Куликов, Фаустов, 1973; Разрез..., 1978]. Описание образцов в журнале наблюдений, с которым коллеги из МГУ дали автору ознакомиться, не приведено, поэтому о их кондиционности для датирования судить нет возможности (самого В.А. Ильичева, к сожалению, вскоре после проведенных им работ не стало). Из пояснений коллег явствует, что материал для радиоуглеродного датирования, по всей видимости, был отобран из наложенных форм, нередких в цунговом бассейне, следовательно указанная  $^{14}\text{C}$ -дата говорит лишь о том, что осадки самого озера старше. Это подтверждается и нашими результатами.

За пределами рассмотренного цунгового бассейна, выше по долине, уже собственно в долине р. Чаган, с помощью серии ТЛ-,  $^{14}\text{C}$ - и НЦ-определений

[Шейнкман, 1992, 1993б, 1995б] был установлен сарганский (поздневислинский) комплекс отложений, связанный с деятельностью ледников, не выходявших на упомянутую поверхность выравнивания. А ниже максимальной морены в долине р. Чаган-Узун, где некоторые авторы считали возможным выделить следы более крупных и более древних оледенений [Десяткин, 1965; Окишев, 1982], все выделенные ими образования при детальном рассмотрении с позиций комплексного изучения мерзлотно-гляциальной обстановки [Шейнкман, 1993а] оказались неледниково-происхождения.

Что касается ледниковых отложений, иногда встречающихся в долине самой Чуи, то они связаны с ледниками, аналогичными чаган-узунской генерации, но спускавшимися по другим притокам этой реки. Появляются эти отложения, например, в 6 км ниже устья р. Чаган-Узун – в устье р. Куэктанар, по долине которой двигался короткий, но мощный ледник. Он, в отличие от Чаган-Узунского ледника, не доходившего до главной долины, достигал долины р. Чуи, непосредственно в которой ледник не формировался, и перегораживал ее (см. рис. 2).

С ледниковым перегораживанием горловины Чуйской впадины (Куэктанарским и двигавшимся ему навстречу небольшим ледником с оконечности Северо-Чуйского хребта) было связано развитие серии неустойчивых и обычно недолго существовавших озер [Шейнкман, 1997]. Благодаря их воздействию внешний склон амфитеатра максимальной конечной морены, перегораживающей долину р. Чаган-Узун, оказался изрезан волноприбойными нишами, а в долине прорыва сохранились фрагменты невысоких озерных террас, сложенных алевропелитовым материалом. По ним была проведена наноциклитная съемка и получены НЦ-даты:  $62,2 \pm 5,6$  тыс. л.н. – по более высокой из них и  $45 \pm 11$  тыс. л.н. – по более низкой (см. рис. 4, точки 1, 2).

В свою очередь, в устье р. Куэктанар вдоль русла р. Чуи вскрывается “слоенный пирог” чередующихся ледниковых, ледниково-речных и ледниково-озерных отложений. В верхних горизонтах последних по песчаным осадкам подпрудного озера, формировавшегося перед самой молодой мореной, были получены ТЛ-даты сарганского (поздневислинского) диапазона:  $14,5 \pm 1,5$  и  $13 \pm 1,5$  тыс. л.н. Усредненная величина ТЛ-сигнала в образцах из нижележащих толщ позволила сделать вывод, что более древние морены имеют зырянский (ранне- и средневислинский) возраст (из-за примесей, которые не удалились в процессе обработки, более точной временной привязки здесь получить не удалось).

В.В. Бутвиловский [1993], представивший много  $^{14}\text{C}$ -дат по Алтаю, в том числе по отложениям в устье р. Куэктанар (доледниковые отложения датируются им

околопредельными для  $^{14}\text{C}$ -метода величинами), делает вывод, что весь рассмотренный ледниковый комплекс ограничен сарганским временем. На наш взгляд, здесь имеет место омоложение  $^{14}\text{C}$ -дат у предела радиоуглеродного датирования [Арсланов, 1987; Wagner, 1998]: в нашем распоряжении были технологии с большими возможностями, что позволило расширить пределы датирования до рамок нижневислинского времени.

Автором было проведено и датирование поверхностных отложений широко распространенного в Чуйской депрессии перигляциального комплекса [Шейнкман, 1993а]. Даты, полученные по покровным криогенно-эоловым суглинкам и фановым осадкам, ясно показали, что эти отложения развивались во время сарганского криохрона – самого холодного в плейстоцене. В частности, в верхней части разреза фана р. Чаган-Бургазы была получена ТЛ-дата  $12,5 \pm 1$  тыс. л.н.

#### Палеогеографическая интерпретация результатов и дискуссия

Длительное время на всей территории Сибири палеогеографическая интерпретация четвертичных событий рассматривалась сквозь призму арктической западносибирской модели колебаний климата и вызываемых ими оледенений. Основы этой модели, тяготеющей к европейским схемам, были заложены В.Н. Саксом [1953]. Впоследствии она неоднократно дополнялась и уточнялась [Архипов, 1989; Архипов и др., 1997; Зыкин и др., 2000], но в целом подтверждалась многими материалами по северу Западной Сибири, и ее положения стали активно использоваться и в других районах Сибири. Согласовывались с этой моделью и результаты первой попытки ТЛ-датирования на Алтае [Разрез..., 1978]. Однако проведенное автором изучение мерзлотно-гляциальных обстановок вдоль горного пояса, окаймляющего Сибирь с юга и востока, привело к заключению, что в ее глубине, в совершенно иных, чем на севере Западной Сибири, внутриконтинентальных условиях, данная схема нередко использовалась без должной корректировки, а согласно результатам повторного датирования алтайских разрезов, они оказались значительно моложе [Шейнкман, 1988, 1990б, 1992, 1993б, 1995а].

На севере Западной Сибири и в Европе, находящихся под воздействием Атлантики, прогрессировавшее в плейстоцене похолодание климата действительно характеризовалось оледенением, максимум которого фиксируется в первой половине четвертичного периода и минимум – в его конце. Однако в глубине Евразийского материка, где на протяжении плейстоцена континентальные климатические условия господствовали постоянно, картина была иной: здесь по-

холодание проявилось в криоаридизации климата и оледенение, сопровождавшееся глубоким промерзанием перигляциальной зоны, своего максимума достигло в начале позднего плейстоцена. Причем в специфических условиях внутриматериковых районов Сибири континентальность климата обуславливала чуткую реакцию всей экосистемы на изменения окружающей среды и здесь должна была хорошо проявляться ритмика Миланковича [1939]. Именно этой ритмикой объясняется специфика оледенения в горах Сибири как результат наложения друг на друга механизмов автохтонного и аллохтонного развития ледников, максимум продвижения которых должен приходиться на начало позднего плейстоцена [Шейнкман, 1988, 1990б, 1992, 1995б].

В настоящее время такие выводы подтверждены и другими данными. В частности, заключение о мощном наступлении ледников в горах внутриматериковой Сибири в начале позднего плейстоцена было сделано по результатам бурения осадков оз. Байкал [Karabanov et al., 1998; Prokopenko et al., 2001; Прокопенко и др., 2001].

После появления шкалы глобальных изменений SPECMAP [Imbrie et al., 1984] исследователи стали сравнивать свои данные прежде всего с ней. В Сибири такого рода корреляции общего плана вначале были проведены на основе западносибирской шкалы [Архипов и др., 1997; Зыкин и др., 2000], а полномасштабное сопоставление предпринято на Байкале [Karabanov et al., 2001], где полученная по донным отложениям палеозапись была сравнена и со схемой по северу Западной Сибири. Юго-Восточный Алтай, где расположен бассейн р. Чуи, является типичным представителем внутриматериковых горных районов Сибири, и сейчас, когда в нашем распоряжении имеются десятки полученных дат, основные корреляционные сопоставления можно сделать и здесь.

Следует только оговориться, что в отличие от непрерывных палеозаписей, фиксируемых в кернах ледниковых щитов, глубоководных, лессовых и других представительных в этом плане осадков [Imbrie, 1984; Petit et al., 1999; Prokopenko et al., 2001; Junfeng, Balsam, Chen, 2001; Servant, 2001], из-за специфики гляциального морфолиогенеза, сопровождаемого постоянными нарушениями непрерывности отложений, непосредственно в осадках ледникового комплекса полных палеозаписей пока не обнаруживается. Как правило, такие осадки только сопоставляются с близлежащими толщами, сохранившими полные записи (см., напр.: [Karabanov et al., 1998; Baumann et al., 1995]).

Кроме того, точность расчета возраста ТЛ-методом, которому в настоящее время просто нет альтернативы в горных долинах, в среднем составляет  $\pm 10\%$ . Уже для ранневислинского времени погрешность бу-

дет  $\pm 10 - 12$  тыс. лет, и оперировать данными мы имеем право только в пределах такого разброса величин. Причем даже десятков дат, имеющихся, например, в нашем распоряжении, для детальных корреляций не всегда бывает достаточно.

Тем не менее, даже с учетом некоторого разброса данных, неизбежного при датировании, в долине р. Чаган-Узун достаточно четко просматривается определенная закономерность. В ее низовьях, где максимальное продвижение ледника (достигавшего в длину 70 км) фиксируется серией налегающих друг на друга моренных валов, удалось определить возраст дистальной морены – ориентировочно раннезырянский (ранневислинский) и проксимальной – коррелируя ее с осадками формировавшегося перед ней подпрудного озера, по которым получены даты от  $80 \pm 12$  до  $85 \pm 11$  тыс. л.н. Эти же осадки в погребенном виде фиксируются близкой датой  $74 \pm 9$  тыс. л.н. Кроме того, река в днище долины иногда вскрывает и подрезает моренные отложения, коррелируемые с осадками, датированными от  $83 \pm 9$  до  $90 \pm 12$  тыс. л.н., выше которых лежат галечники возрастом  $72 \pm 8$  тыс. лет.

По озерным осадкам второго цунгового бассейна, расположенного выше по течению и обязанного своим происхождением еще одному моренно-ригельному комплексу, получена серия дат от  $40 \pm 5$  до  $62 \pm 7$  тыс. л.н. (В датированных слоях обеих озерных толщ данными НЦ-анализа фиксируется седиментогенез с периодом ледостава, характерного для межледниковья.) Таким образом, возраст проксимальной морены первого комплекса должен составлять около 85 – 90 тыс. лет, а второго – 60 – 65 тыс. лет, что коррелирует с холодными морскими изотопными стадиями (МИС) соответственно 5b (85 – 95 тыс. л.н.) и 4 (60 – 70 тыс. л.н.). Тогда как подпрудные озера перед ними сформировались во время, соответствующее теплым МИС 5a (70 – 85 тыс. л.н.) и 3 (25 – 60 тыс. л.н.).

Шкала SPECMAP показывает динамику накопления глобального объема ледникового льда. Изменение объема ледников в глубине Сибири шло в иной пропорции, но общеклиматические циклы должны и здесь находить свое отражение, особенно с учетом того, что континентальные области наиболее чутко реагировали на изменения среды. Следовательно, отмеченные совпадения не случайны.

Датирование Чаганского обнажения дополняет эту картину. Самая древняя морена подстилает здесь озерные отложения, возраст которых  $135 \pm 15$  тыс. лет, и должна быть старше их. Следовательно, перекрывающие эту морену озерные осадки могут коррелироваться с теплой МИС 5e, а сама морена – с последним похолоданием МИС 6. Возраст более молодой морены, заключенной в разрезе Кызыл-Яр между двумя озерными линзами, относящимися

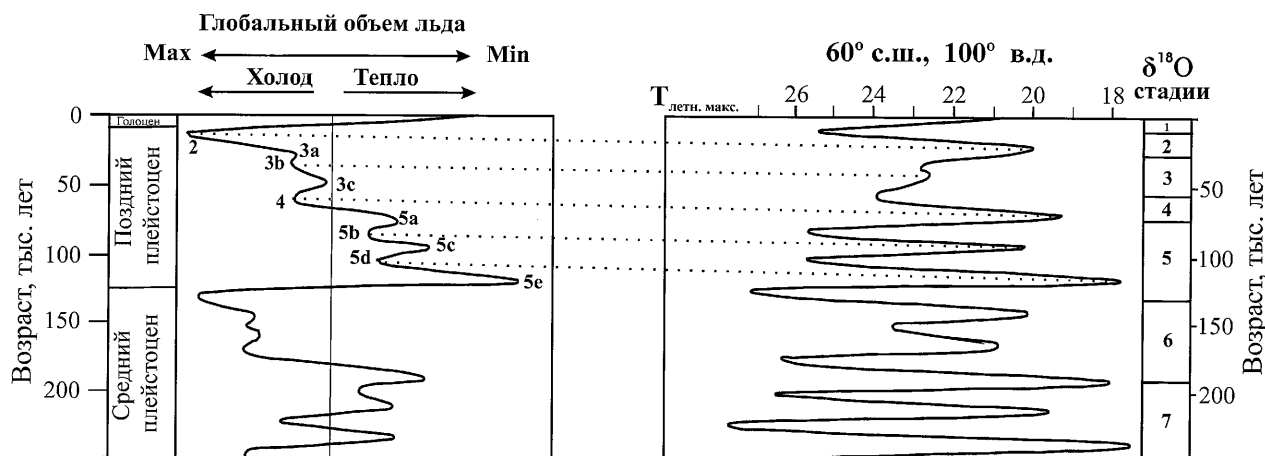


Рис. 5. Ритмика SPECMAP (слева), по: [Imbrie et al., 1984], и фильтрация ритмики Миланковича континентальными средами в глубине Сибири (справа), по: [Short et al., 1991]. Пояснения в тексте.

ко времени 100 – 110 тыс. л.н. ( $\pm 10$  тыс. лет) и 130 – 135 тыс. л.н. ( $\pm 15$  тыс. лет), может быть определен в 110 – 120 тыс. лет, а в разрезе Тэдаш, где подстилающие ее озерные осадки датированы 121 – 135 тыс. л.н. ( $\pm 15$  тыс. лет), – менее 120 тыс. лет. То есть эта морена может коррелироваться с холодной МИС 5d, а перекрывающие ее отложения – с теплой МИС 5c.

Отмеченные линзы – результат накопления озерных осадков в межморенных водоемах, и в их строении, по данным наноциклитной съемки, отражен режим ледостава, близкий к имеющемуся на существующих приледниковых озерах региона. Обнаруженная обратная намагниченность озерных отложений [Разрез..., 1978] может быть сопоставлена с эпизодом Блейк, параметры которого [Harland et al., 1990] хорошо коррелируются, по крайней мере, с датами, полученными для нижней части разреза озерных осадков [Шейнкман, 19906, 19936].

Все эти данные позволяют коррелировать с холодной МИС 5d и дистальную морену кончано-моренного комплекса в низовьях долины р. Чаган-Узун. И вот почему. Д.А. Шортом и др. [Short et al., 1991] было показано, что в глубине Евразии амплитуда циклов изотопно-кислородной шкалы SPECMAP [Imbrie et al., 1984] не соответствует амплитуде средне-летних температур воздуха ввиду фильтрации ритмики Миланковича конкретными обстановками. А ведь развитие оледенения в континентальных районах Сибири напрямую зависит от летних температур [Шейнкман, 1987; Корейша, 1991]. Ледники здесь преимущественно холодные, и для них колебания зимних температур воздуха не столь важны (эти температуры все равно будут весьма низкими), но изменение летних даже на небольшую величину резко увеличит (или уменьшит) абляцию и повлечет быстрое сокращение (или увеличение) ледниковой массы [Шейнкман, 1993а].

Согласно [Short et al., 1991], для территории с координатами 60° с.ш., 100° в.д. (что близко к району исследований) в начале позднего плейстоцена самая сильная волна тепла МИС 5e (115 – 130 тыс. л.н.), отделяющей поздний плейстоцен от среднего, последовала после пика с самыми высокими летними температурами. На смену им пришла первая в позднем плейстоцене волна холода субстадии 5d (105 – 115 тыс. л.н.), вызвавшая относительно небольшой рост глобального объема ледников. Но в глубине Сибири она последовала после пика с одним из самых значительных в плейстоцене падений летних температур, причем этот пик наложился на ситуацию, когда похолодание сменило эемское потепление – одно из самых глубоких в плейстоцене (рис. 5). Возникло редкое для внутриматериковой Сибири сочетание: относительно обильного увлажнения, обеспечиваемого глубоким проникновением на восток Гольфстрима, и наступающего похолодания климата с минимальными летними температурами. На фоне прогрессирующей в течение четвертичного периода криоаридизации климата и поднятия горных сооружений внутриматериковой Сибири, а также своеобразного сочетания автохтонности и аллохтонности ледниковых процессов это и обеспечило запуск механизма оледенения, которое в горах юга и востока Сибири в начале позднего плейстоцена проявилось как максимальное [Шейнкман, 19906, 1992, 19936, 19956]. Что касается морены, коррелирующей с МИС 6, то она отложена в конце предыдущего 100-тысячелетнего цикла, в его наиболее сухое время – оставивший эту морену ледник не мог быть максимальным, и его следы были погребены под осадками более крупных позднплейстоценовых ледников.

Таким образом, дистальными моренами в низовьях р. Чаган-Узун должны фиксироваться именно следы первой фазы раннезырянского (ранневислинского)

оледенения. Тем более что в соседнем регионе исследователи [Прокопенко и др., 2001], анализируя содержание биогенного кремнезема в осадках оз. Байкал и появление среди них алевритистых глин, коррелируемых с ростом оледенения, практически повторили сделанные ранее автором выводы о специфике оледенения в начале позднего плейстоцена в глубине Сибири.

Потепление, соответствующее МИС 5с, в глобальном отношении было неглубоким. Уже запущенный механизм позднелейстоценового оледенения и вскоре последовавшее достаточно длительное похолодание МИС 5b (85 – 95 тыс. л.н.), по-видимому, быстро демпфировали его отепляющий эффект. В результате, хотя для МИС 5b характерно значительно меньшее, чем для МИС 5d, понижение летних температур, морена, коррелирующаяся с этой субстадией, оказалась проксимальной в серии наложенных друг на друга морен практически единого конечноморенного комплекса, перегородившего низовья долины р. Чаган-Узун. Тем не менее ледники здесь в период МИС 5с благодаря предшествующему значительному подъему летних температур отступили примерно на треть своей длины, обусловив развитие в средней части долины межморенных озер с мощностью осадков (как видно из строения Чаганского обнажения) до 10 – 12 м.

Во время теплой МИС 5а (70 – 85 тыс. л.н.), которая была достаточно длительной и последовала после повышения летних температур, повторивших по амплитуде предыдущее (см. рис. 5), ледники вновь отступили, дав возможность сформироваться первому (из отмеченных в низовьях долины р. Чаган-Узун) цунговому бассейну. Но в средней части долины осцилляции ледников в это время лишь осложняли формирование монолита основной морены, возраст которого может быть определен по расчленяющим его галечникам, датированным от  $74 \pm 8$  до  $85 \pm 11$  тыс. л.н. (т.е. время образования морены соответствует МИС 5b, а галечников – МИС 5а).

МИС 4 (60 – 70 тыс. л.н.) фиксируется самой верхней мореной Чаганского обнажения, которая коррелируется с сопряженными осадками, датированными  $60 \pm 7$  тыс. л.н. Данная стадия характеризовалась значительным похолоданием и последовала после понижения летних температур, почти достигших позднелейстоценового минимума. Поэтому Чаган-Узунский ледник в это время в средней части долины был еще в состоянии подняться на водораздельную поверхность выравнивания, а в низовьях он приблизился к моренам максимальной стадии. Значительной мощности достигали и ледники, перегораживающие горловину Чуйской впадины: подпруживание р. Чуи обеспечило развитие водоема, абрадиравшего внешний склон дистальной морены в низовьях р. Чаган-

Узун, и формирование озерных отложений в долине прорыва, датированных  $62,2 \pm 5,6$  тыс. л.н.

Во время теплой МИС 3 (25 – 60 тыс. л.н.) с самым длительным в позднем плейстоцене повышением летних температур Чаган-Узунский ледник отступил в верховья долины, оставив перед собой обширный цунговый бассейн. Задержки этого отступления сопровождались появлением среди озерных алевропелитов ледниково-речных галечников, а в период кратковременной холодной МИС 3b (40 – 45 тыс. л.н.), возможно, произошло и наступление ледника. По крайней мере, с таким наступлением согласуются появление в долине прорыва отложений ледниково-подпрудного озера (обусловленных повторным перегораживанием ледниками горловины Чуйской депрессии), датированных  $45 \pm 11$  тыс. л.н., а также наличие конечной морены, наложенной на осадки цунгового бассейна в верхней его части.

Сартанский (поздневислинский) комплекс отложений соответствует холодной МИС 2, во время которой Гольфстрим уже был блокирован. Несмотря на глубину криохрона, ледники в это время из-за недостатка влаги ушли в глубь своих трогов, а по их периферии широкое развитие получили мерзлотные явления. Тем не менее в бассейне р. Чуи промерзание было ограниченным, и, хотя для этого времени характерна самая сильная криоаридизация климата, здесь широко распространились покровные суглинки и наледные явления, но повторно-жильного образования нигде не обнаруживается. Следы последнего зафиксированы точнее – в Западной Туве [Шейнкман, 1993а, 1995б].

В целом отклик на климатические колебания в глубине Сибири был очень чуткий, но в конкретных районах реакция оледенения на соответствующие события, фиксируемые шкалой SPECMAP, была весьма специфичной. Так, практически все колонки осадков оз. Байкал отражают интенсивную динамику ледников в окружающих этот водоем горах в первой половине позднего плейстоцена, но для второй половины четвертичного периода диагностика по биогенному кремнезему и наличию алевритистых глин, как правило, показывает практически сглаженную картину единого похолодания с возможным единым этапом наступления ледников. Лишь анализ колонок по диатомовым фиксирует отражение событий теплой МИС 3 [Прокопенко и др., 2001]. Тогда как в изученных автором долинах время этой стадии характеризуется значительным отступанием ледников и развитием обширных цунговых бассейнов, в которых накапливались значительные толщи осадков моренно-подпрудных озер. В обобщающей работе по корреляции байкальской палеозаписи и сибирских оледенений [Карабанов и др., 2001] интергляциал, соответствующий МИС 3, тем не менее выделяется. Все это говорит о том, что реакция оледенения на соответ-

ствующие события, фиксируемые шкалой SPECMAP, в конкретных районах в глубине Сибири еще ждет своей детализации.

### Заключение

Полномасштабный эксперимент по тестированию и апробации новой технологии ТЛ-датирования – S-S-метода – показал реальную возможность определения возраста четвертичных отложений горных долин, по крайней мере, в пределах позднего плейстоцена. Благодаря полученным данным, несмотря на отдельные несоответствия и невыясненные моменты, автором выявлены основные черты палеогеографического развития внутриматериковых горных районов юга Сибири в позднем плейстоцене и их связь с изменениями климата. Прежде всего эти колебания нашли проявление в динамике оледенения, которое четко отражало специфику внутриматерикового региона и чутко реагировало на изменение климата: оледенение было горным и характеризовалось резкими наступаниями и отступаниями ледников в соответствии с основными циклами ритмики Миланковича.

В отличие от севера Западной Сибири, в глубине Сибири наиболее благоприятные условия для продвижения ледников возникали не в раннем и среднем, а в начале позднего плейстоцена. Реагируя на криоаридизацию климата (усилившуюся к концу позднего плейстоцена) и отражая все основные события, фиксируемые изотопно-кислородной шкалой глобальных изменений, впоследствии оледенение здесь уменьшалось. И наряду с преимущественно холодными горными ледниками (условий для образования ледниковых покровов в глубине Сибири не возникало даже в самых высоких горах) широкое развитие во внеледниковой зоне получали в позднем плейстоцене криогенные процессы. В результате раннезырянское (ранневислинское) оледенение в горах юга Сибири оказалось вдвое больше сартанского (поздневислинского), причем последнее было сосредоточено только в области самых высоких гор.

Датирование морфолитокомплексов в горных долинах на данном этапе исследований, безусловно, только намечает детализацию событий прошлого. Проект SPECMAP [Imbrie et al., 1984] вскрыл сложную картину глобальной динамики четвертичного оледенения, которая еще более усложнялась под влиянием местных условий в конкретных, особенно в горных регионах. Это требует проведения возрастной диагностики отложений не на единичном, а по крайней мере на малосерийном уровне отбора и обработки образцов – в таком количестве, чтобы с помощью хотя бы первичной статистической обработки данных получить представительную картину событий и учесть выбросы величин, неизбежные при датировании.

Реализовать подобное требование возможно только путем внедрения новых подходов и технологий датирования. И главный вывод проведенного автором исследования однозначен: имеющиеся на сегодня технологии в принципе уже позволяют получать данные в серийном объеме и достаточно уверенно датировать четвертичные явления по их следам в горных районах, по крайней мере, в интервале между стадиями 1–6 изотопно-кислородной шкалы. Это позволяет подойти к достаточно детальной расшифровке даже весьма сложно построенных морфолитокомплексов гляциального и перигляциального генезиса. Однако, чтобы избежать ошибок, необходим тесный контакт специалистов по датированию и тех, кто пользуется их результатами, ибо выбор исследуемых объектов должен быть весьма тщательным и учитывать особенности как технологий датирования, так и геологических процессов, влияющих на выявляемую временную составляющую.

### Список литературы

- Арсланов А.А.** Радиоуглерод: геохимия и геохронология. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1987. – 298 с.
- Архипов С.В.** Хроностратиграфия плейстоцена севера Сибири // Геология и геофизика. – 1989. – № 6. – С. 13 – 22.
- Архипов С.А., Зыкина В.С., Круковер А.А., Гнибденко З.Н., Шелкоплас В.Н.** Стратиграфия и палеомагнетизм ледниковых и лессово-почвенных отложений Западно-Сибирской равнины // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38, № 6. – С. 1027 – 1048.
- Афанасьев С.Л., Архипов С.А.** Наноциклитный метод определения геологического возраста четвертичных отложений. – Новосибирск: Наука, 1990. – 126 с.
- Бутвиловский В.В.** Палеогеография последнего оледенения и голоцена Алтая: событийно-катастрофическая модель. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993. – 252 с.
- Власов В.К., Куликов О.А.** К вопросу о пределах применимости РТЛ-метода // Методы изотопной геологии: Тез. докл. Всесоюз. школы-семинара. – М., 1987. – Ч. 2. – С. 258 – 259.
- Девяткин Е.В.** Кайнозойские отложения и неотектоника Юго-Восточного Алтая. – М.: Наука, 1965. – 244 с.
- Зыкин В.С., Зыкина В.С., Орлова Л.А.** Стратиграфия и основные закономерности изменения природной среды и климата в плейстоцене и голоцене Западной Сибири // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2000. – № 1. – С. 3 – 22.
- Ильичев В.А., Куликов О.А., Фаустов С.С.** Новые данные палеомагнитных и термолюминесцентных исследований разреза Чаган (Горный Алтай) // Хронология плейстоцена и климатическая стратиграфия. – Л.: ГО СССР, 1973. – С. 252 – 257.
- Карабанов Е.Б., Прокопенко А.А., Кузьмин М.И., Вильямс Д.Ф., Гвоздков А.Н., Кербер Е.В.** Оледенения и межледниковья Сибири – палеоклиматическая запись из озера Байкал и ее корреляция с западно-сибирской стратиграфией // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42, № 1/2. – С. 48 – 63.

- Корейша М.М.** Оледенение Верхояно-Колымской области. – М.: МГК АН СССР, 1991. – 144 с.
- Матросов И.И., Погорелов Ю.Л.** О сверхлинейности накопления светосуммы ТЛ в кварце // Журнал прикладной спектроскопии. – 1978. – Т. 29, вып. 5. – С. 23 – 29.
- Матросов И.И., Чистяков В.К., Погорелов Ю.Л.** Исследование термоллюминесценции геологических материалов. – Томск: Изд-во ТГУ, 1979. – 114 с.
- Миланкович М.** Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата. – М.; Л.: ГОНТИ, 1939. – 207 с.
- Озера Тянь-Шаня и их история.** – Л.: Наука, 1982. – 210 с.
- Окишев П.А.** Динамика оледенения Алтая в позднем плейстоцене и голоцене. – Томск: Изд-во ТГУ, 1982. – 210 с.
- Попов В.Е.** О замкнутых системах краевых ледников юго-западной части Чуйской степи Горного Алтая // Гляциология Алтая. – Томск: Изд-во ТГУ, 1962. – Вып. 1. – С. 188 – 221.
- Попов В.Е.** О возможности применения геоморфологического критерия к определению возраста четвертичных отложений в Чаган-Узунском опорном обнажении на Алтае // Гляциология Алтая. – Томск: Изд-во ТГУ, 1972. – Вып. 7. – С. 104 – 114.
- Прокопенко А.А., Карабанов Е.Б., Кузьмин М.И., Вильямс Д.Ф.** Причины раннего оледенения Сибири при переходе от казанцевского климатического оптимума к зырянскому ледниковому периоду // Геология и геофизика. – 2001. – Т. 42, № 1/2. – С. 64 – 75.
- Разрез новейших отложений Алтая.** – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 208 с.
- Рудой А.Н.** Некоторые вопросы палеогеографической интерпретации литологии и особенностей распространения озерно-ледниковых отложений Горного Алтая // Гляциология Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1981. – Вып. 1(16). – С. 111 – 134.
- Сакс В.Н.** Четвертичный период в Советской Арктике. – М.; Л.: Гидрометеоздат, 1953. – 627 с.
- Свиточ А.А.** Геолого-геоморфологическая оценка некоторых результатов ТЛ-датирования (новая технология) // Вестн. МГУ. Сер. 5, География. – 1991. – № 6. – С. 19 – 23.
- Свиточ А.А., Ильичев В.А., Фаустов С.С.** Корреляция разрезов Приобского плато и Горного Алтая // Хронология плейстоцена и климатическая стратиграфия. – Л.: ГО СССР, 1973. – С. 258 – 261.
- Хютт Г.И.** Радиационная дозиметрия и палеодозиметрия на базе рекомбинационной радиоллюминесценции некоторых минералов: Дис. ... д-ра физ.-мат. наук. – Таллинн, 1990. – 48 с.
- Шейнкман В.С.** Гляциология и палеогляциология горной системы Черского и сопредельных районов Северо-Востока СССР. – М.: МГК АН СССР, 1987. – 154 с.
- Шейнкман В.С.** Особенности древнего оледенения в горах Сибири // Стратиграфия и корреляция четвертичных отложений Азии и Тихоокеанского региона: Тез. Междунар. симпоз. – Владивосток, 1988. – С. 111 – 114.
- Шейнкман В.С.** Об изучении следов четвертичного оледенения в горах Юга Сибири // Четвертичный период: методы исследования, стратиграфия и экология: Тез. VII Всесоюз. совещ. – Таллинн, 1990а. – Т. 3. – С. 173 – 174.
- Шейнкман В.С.** Плейстоценовое оледенение гор Сибири: анализ и новые данные // Материалы гляциологических исследований. – М.: МГК АН СССР, 1990б. – Вып. 69. – С. 78 – 85.
- Шейнкман В.С.** О характере древнего оледенения в горах Сибири // Изв. РГО. – 1992. – Т. 124, вып. 2. – С. 158 – 164.
- Шейнкман В.С.** Об интерпретации следов древнего оледенения в горах Сибири // Материалы гляциологических исследований. – М.: Ин-т географии, 1993а. – Вып. 77. – С. 111 – 120.
- Шейнкман В.С.** Корреляция данных по палеогляциологии Алтае-Саянской и Яно-Колымской горных стран // Гляциология Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 1993б. – Вып. 4. – С. 70 – 82.
- Шейнкман В.С.** К проблеме датирования четвертичных отложений в горах Сибири // Палеогеография Средней Сибири. – Красноярск: КГПУ, 1995а. – Вып. 2. – С. 191 – 199.
- Шейнкман В.С.** Об опыте палеогляциологических исследований в горах Сибири // Материалы гляциологических исследований. – М.: Ин-т географии РАН, 1995б. – Вып. 79. – С. 114 – 118.
- Шейнкман В.С.** Гляциогенные подпрудные озера в горах Сибири: причины и факторы возникновения и развития // Материалы гляциологических исследований. – М.: Ин-т географии РАН, 1997. – Вып. 82. – С. 43 – 50.
- Шлюков А.И., Восковская Л.Т., Ляшенко М.Г., Шаховев С.А., Шейнкман В.С.** Прогресс новой ТЛ-технологии на Русской равнине // Четвертичный период: методы исследования, стратиграфия и экология: Тез. VII Всесоюз. совещ. – Таллинн, 1990. – Т. 3. – С. 185 – 186.
- Aitken M.J.** Thermoluminescence dating. – L.: Academic press, 1985. – 359 p.
- Aitken M.J.** An introduction to Optical dating. – Oxford: Oxford Univ. press, 1998. – 267 p.
- Baumann K.H., Lackschewitz K.S., Mangerud J., Spielhagen R.F., Wolf-welling T. C.W., Henrich R., Kasse H.** Reflection of Scandinavian ice sheet fluctuations in Norwegian Sea sediments during the past 150000 years // Quaternary Research. – 1995. – Vol. 43. – P. 185 – 197.
- Berger G.V.** Dating Quaternary events by luminescence // Dating Quaternary sediments / Ed. D.J. Easterbrook. – Boulder: Geological Society of America, Inc., 1988. – Special Paper 227. – P. 13 – 50.
- Harland W.B., Armstrong R.L., Cox A.V., Craig L.E., Smith A.G., Smith D.G.** A geologic time scale, 1989. – N.Y.: Cambridge Univ. Press, 1990. – 262 p.
- Imbrie J., Hays J.D., Martinson D.G., McIntyre A., Mix A.C., Morley J.J., Pisias N.G., Prell W.L., Shackleton N.J.** The orbital theory of Pleistocene climate: Support from a revised chronology of the marine  $\delta^{18}\text{O}$  record // Milankovich and Climate / Eds. A. Berger, J. Imbrie, J. Hays, G. Kukla, B. Saltsman. – Boston: Reidel, 1984. – Pt 1. – P. 269 – 305.
- Junfeng J., Balsam W., Chen J.** Mineralogic and climatic interpretations of the Luochuan loess section (China) Based on Diffuse Reflectance Spectrophotometry // Quaternary Research. – 2001. – Vol. 56. – P. 23 – 30.
- Karabanov E.B., Prokopenko A.A., Williams D.F., Colman S.M.** Evidence from Lake Baikal for Siberian glaciation during oxygen-isotope substage 5d // Quaternary Research. – 1998. – Vol. 50. – P. 44 – 55.



**Luminescence** and ESR dating and allied research / Ed. by A.G. Wintle. – N.p.: Pergamon, 1997. – 1025 p. – (Radiation Measurements; Special Issue 27, N 5/6).

**Machlus M., Enzel Y., Goldstein L., Marco S., Steim M.** Reconstructing low levels of Lake Lisan by correlating fan-delta and lacustrine deposits // *Quaternary international*. – 2000. – Vol. 73/74. – P. 137 – 144.

**Morosov G.V.** The relative dating of Quaternary Ukrainian sediments by the thermoluminescence method // 8th Quaternary Association Congress. – P., 1968. – P. 167.

**Petit J.R., Jouzel J., Raynaud D., Barkov N.I., Barnola J.-M., Basile I., Bender M., Chappellaz J., Davis M., Delaygue G., Delmotte M., Kotlyakov V.M., Legrand M., Lipenkov V.Y., Lorius C., Pepin L., Ritz C., Saltzman E., Stievenard M.** Climate and atmospheric history of the past 420000 years from the Vostok ice core, Antarctica // *Nature*. – 1999. – N 399. – P. 429 – 436.

**Prokopenko A.A., Karabanov E.B., Williams D.F., Kuzmin M.I., Shackleton N.J., Crowhurst S.J., Peck J.A., Gvozdkov A.N., King J.W.** Biogenic silica record of the Lake Baikal response to climatic forcing during the Brunhes // *Quaternary Research*. – 2001. – Vol. 55. – P. 123 – 132.

**Servant J.** The 100 kyr cycle of deglaciation during the last 450 kyr: a new interpretation of oceanic and ice core data // *Global and Planetary change*. – 2001. – Vol. 29. – P. 121 – 133.

**Sheinkman V.S., Barashkova N.K.** The Pleistocene Glaciation of the Siberian Mountains and atmospheric circulation // *Glaciers – Ocean – Atmosphere interaction*. – Wallingford, Oxfordshire: IAHS Press, Inst. of Hydrology, 1991. – P. 415 – 423. – (IAHS Publication; N 208).

**Sheinkman V.S., Plakht J., Mazor E.** Makhtesh Hazera, the Zin valley and the Dead Sea basin: evolutionary links // *The Makhteshim Country: A Laboratory of Nature. Geological*

and Ecological Studies in the Desert Region of Israel / Eds. B. Krasnov, E. Mazor. – Sofia; Moscow: Pensoft, 2001. – P. 97 – 121.

**Sheinkman V.S., Shlukov A.I.** Experimental age determination of the Lisan sediments by speeded-up technique of TL dating (S-S-method) // *Israel Geol. Soc. Annual meeting: Abstracts*. – 2001. – P. 110.

**Shlukov A.I., Shakhovets S.A., Voskovskaya L.T., Lyashenko M.G.** A criticism of standard TL dating technology // *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research*. – 1993. – Vol. 73. – P. 373 – 381.

**Shlukov A.I., Usova, M.G., Voskovskaya L.T., Shakhovets S.A.** New dating techniques for Quaternary sediments and their application on the Russian Plain // *Quaternary Science Reviews*. – 2001. – Vol. 20. – P. 875 – 878.

**Short D.A., Mengel J.G., Crowlev T.J., Hyde W.T., North G.R.** Filtering of Milankovich Cycles by Earth's geography // *Quaternary Research*. – 1991. – Vol. 35. – P. 157 – 173.

**Stein M.** The Late Pleistocene and Holocene sediments and tectonics of the Dead Sea basin // *The First Stephan Mueller conference of the European Geophysical Society (EGS): Professional field trip guide book / Ed. by Z. Ben-Avraham*. – Tel-Aviv: Tel-Aviv Univ., 2000. – P. 41 – 85.

**Stokes S.** Luminescence dating applications in geomorphologic research // *Geomorphology*. – 1999. – Vol. 29. – P. 153 – 171.

**Wagner G.A.** Age determination of young rocks and artifacts. – Berlin; Heidelberg: Springer, 1998. – 466 p.

**Waters M.R., Forman S.I., Pierson J.M.** Late Quaternary geology and geochronology of Diring Yuriakh, an Early Paleolithic Site in Central Siberia // *Quaternary Research*. – 1999. – Vol. 51. – P. 195 – 211.

*Материал поступил в редколлегию 6.12.01 г.*

УДК 631.4. 551.8.

**М.И. Дергачева<sup>1</sup>, А.П. Дервянко<sup>2</sup>, И.Н. Феденева<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН  
ул. Советская, 18, Новосибирск, 630099, Россия  
E-mail: mid@nsu.ru*<sup>2</sup>*Институт археологии и этнографии СО РАН  
пр. Академика Лаврентьева, 17, Новосибирск, 630090, Россия  
E-mail: derev@paleo.archaeology.nsc.ru*

## **ЭВОЛЮЦИЯ ПАЛЕОПЕДОГЕНЕЗА И УСЛОВИЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ПОЗДНЕМ ПЛЕЙСТОЦЕНЕ В ЗАПАДНОМ ТЯНЬ-ШАНЕ**

### **Введение**

Одна из задач, решаемых в настоящее время в рамках археологического почвоведения, – выявление особенностей взаимодействия человека и природной среды, его динамики и связанной с ним эволюции человеческих сообществ [Дергачева, 1997]. Это требует детальной, с малым шагом по шкале времени, реконструкции палеоэкологической обстановки, изменения которой связаны не только с глобальными колебаниями климата, но и с региональными флуктуациями природной среды. В связи с этим основное внимание в настоящей работе уделяется анализу педогенных признаков отложений и реконструкции на их основе компонентов природной среды.

В работе использовался новый методологический подход, который не требует выделения палеопочв как совокупности генетических горизонтов, палеорекострукции проводятся по комплексу признаков педогенеза, отражающих один из основных элементарных процессов почвообразования – формирование и функционирование системы гумусовых веществ, т.е. гумусообразование. Это составляет суть педогумусового метода диагностики палеоприродной среды, который базируется на использовании соответствия признаков гумуса почв и его компонентов определенным сочетаниям биоклиматических (экологических) условий [Дергачева, 1997, 1998; Dergacheva, 1998]. Конкретные реконструкции проведены на основе базы данных по взаимосвязям педогенных признаков отложений, климата и расти-

тельности, с учетом рельефа, законов вертикальной поясности и моделей (путей) формирования почв.

Горные районы Средней Азии в настоящее время слабо изучены с точки зрения палеогеографии позднего плейстоцена, тем более для этих районов нет подробных реконструкций палеоэкологических условий обитания древнего человека. Детальное изучение педогенных признаков отложений многослойных археологических памятников разного возраста, расположенных в Средней Азии, с одной стороны, даст представление о динамике почвенных типов, а также изменении условий почвообразования, в том числе климата, в каждом конкретном районе и, с другой – будет способствовать воссозданию картины эволюции природной обстановки в плейстоцене на территории Евразии.

### **Объекты и методы**

Восстановление по педогенным признакам детальной (с шагом 250 – 1000 лет) картины изменения природных условий в позднем плейстоцене в Западном Тянь-Шане проводилось на основе изучения типичного и наиболее представительного на этой территории многослойного археологического памятника Оби-Рахмат (Чаткальский геоморфологический район, Западный Тянь-Шань). Местоположение памятника, подробное описание отложений и их стратиграфия даны ранее [Дервянко и др., 1998, 1999, 2001].

Ряд стратиграфических горизонтов формировался в условиях изменяющейся среды, и поэтому мор-