

КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ КАК ГЛОБАЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ КВАРТЕРА¹

С.П. Казьмин, И.А. Волков

Введение

История представлений о континентальном оледенении такого огромного региона, как Западная Сибирь, обусловлена этапностью развития научно-теоретических и производственно-прикладных исследований этой территории. Получение во второй половине XX в. фактических данных, их систематизация, совершенствование фундаментальной основы исследований, комплексный подход к изучению палеогеографии, стратиграфии, палеоклиматов квартера способствовали укреплению ледниковой теории как базовой для понимания основных закономерностей формирования четвертичных образований. Этому способствовали в основном фундаментальные работы, выполненные в Институте геологии и геофизики СО АН СССР (ныне СО РАН), начатые в 1960 г. под руководством член-корреспондента АН СССР В.Н. Сакса и академика АН СССР А.Л. Яншина. В ходе многолетних исследований были реконструированы ледниковые покровы, замещавшиеся к югу обширными подпрудными озерами-морями, доказана одновременность неоднократных оледенений и морских трансгрессий; в начале XXI в. разработана стратиграфическая схема четвертичных образований всего региона. В связи с этим окончательно была показана ошибочность некоторых концепций – антигляциализма, метахронности оледенений, совпадения оледенений с трансгрессиями Мирового океана и др.

В настоящее время назрела необходимость сопоставления твердо установленного фактического материала по квартеру с новейшими научными достижениями, и в первую очередь с фактором *притока энергии к поверхности Земли* (ПЭ).

В 1956 г. А.А. Григорьевым и М.И. Будыко был опубликован периодический закон географической зональности. В нем показано, что зональная структура географической оболочки является следствием различных соотношений гидрологического баланса земной поверхности. Закон не касается исто-

рического фактора, и ПЭ рассматривается лишь как естественное основание самого существования географической оболочки; подразумевается «солнечная постоянная» этого притока.

Между тем ПЭ не является постоянным, что было установлено еще на ранних этапах исследований. Так, в монографии А.А.Величко [1973] содержится раздел о различных концепциях изменчивости ПЭ как на протяжении длительных геологических эпох, так и четвертичного периода. В результате отечественных и зарубежных исследований выяснилось, что представления о «солнечной постоянной» оказались ошибочными; более поздние исследования подтвердили справедливость этого заключения.

Важнейшим этапом выяснения особенностей ПЭ на протяжении плейстоцена явились исследования формирования океанических осадков в конце палеомагнитной эпохи Матуяма и в течение всей эпохи Брюнес [Боуэн, 1981; Imbrie et al., 1984]. Выявлена ритмичная последовательность холодных и теплых периодов глобального характера, способствующая корреляции геологических образований различных регионов с оценкой их абсолютного возраста. Эпохи морских изотопных стадий (МИС) отражены на стандартной морской изотопно-кислородной шкале SPECMAP [Imbrie et al., 1984]; здесь чередуются холодные и теплые состояния географической оболочки.

Первичной причиной такого чередования является ПЭ как независимая переменная. МИС являются его следствием и климатическим состоянием географической оболочки; путать данные понятия нельзя, иначе это приводит к ошибочным палеогеографическим построениям. На графике SPECMAP только на определенных участках приблизительно через каждые 100 тыс. лет выделяются взлеты ПЭ от минимума к максимуму. Именно на них происходят наиболее грандиозные перестройки географической оболочки Земли. На промежуточных интервалах они не достигают ни

¹Примечание (Ю.А. Лаврушин, Я.В. Кузьмин): В статье С.П. Казьмина и И.А. Волкова содержится ряд положений и выводов (о лессонакоплении в теплые эпохи; о Мансийском озере-море), которые либо весьма спорны, либо опровергаются результатами новейших исследований, о которых авторы не упоминают (см. например, обзоры С.К. Кривоногова, С.В. Лешинского и В.Н. Зенина, В.С. Зыкина и В.С. Зыкиной, В.И. Астахова в данном томе). Публикуя статью в авторской редакции, хотим отметить, что ряд выводов С.П. Казьмина и И.А. Волкова не доказан, а лишь постулируется.

наименьших, ни наибольших состояний. Колебания ПЭ на энергетических графиках имеют различную амплитуду и длительность; соответственно этому различны и выявленные следствия таких колебаний. Наиболее максимальными по амплитуде выделяются сравнительно кратковременные изменения ПЭ, в особенности быстрые переходы от минимума к последующему максимуму.

Другим важнейшим результатом работ второй половины XX в. является выяснение изменений уровня Мирового океана (глобальной гляциоэвстатической регрессии) и их сопоставление с развитием и деградацией континентальных ледников на протяжении последнего похолодания (МИС-2) и последующего потепления (МИС-1). Эти исследования существенно уточнили представления о развитии континентальных ледников и гляциоэвстатической регрессии времени последней ледниковой стадии. Процесс дегляциации проходил весьма быстро и сопровождался не только поднятием уровня Мирового океана, но и деградацией (коллапсом) континентальных ледников [Blanchon, Shaw, 1995], а не их постепенным сокращением.

Шагом к подходу в изучении четвертичной геологии являются исследования О.К. Борисовой [2008], в которых сопоставляются климатические события умеренных поясов Северного и Южного полушарий и доказывается глобальный характер времени последнего оледенения. Особенно важно, что изменение природных явлений этот автор связывает с историей ПЭ. Такие работы должны быть продолжены, значительно расширены, и ими необходимо охватить не только континенты, но и всю географическую оболочку в целом.

Авторами статьи все охарактеризованные выше достижения науки были использованы для анализа и обоснования выводов собственных исследований. Многие заключения приведены без развернутых аргументаций, которые содержатся в работах, указанных в списке литературы. Предварительное знакомство с фактами, содержащимися в них, мы считаем совершенно необходимым. В настоящей публикации предпринята попытка сопоставления конкретного фактического материала по Западной Сибири и другими регионам России с динамикой ПЭ. *Всегда учитывалась крайне низкая изученность квартера Западной Сибири по сравнению с таковой иных регионов.* Тем не менее, предлагаемые выводы оцениваются как достаточно обоснованные и подлежащие дальнейшему развитию.

ПЭ и экзогенные геологические процессы за последние 160 тыс. лет

Ввиду того, что причиной динамики развития географической оболочки является ПЭ, рации-

нально прежде всего охарактеризовать этот фактор и оценить его значение как источника климатических событий. На основе палеонтологических исследований было высказано предположение о том, что среднелепесточное (днепровское) оледенение в России произошло во время похолодания МИС-8 [Вангенгейм и др., 2001]. Такое мнение мы считаем ошибочным. Во время этого похолодания ПЭ хотя и значительно понизился по сравнению с относительными потеплениями МИС-9 и МИС-7, но он далеко не достигал минимального. Если в то время и возникали континентальные ледники на равнинах, то они никак не могли быть столь обширными (максимальными).

Для огромного региона Западной Сибири прослеживаются особенности ПЭ во время последних, наиболее молодых этапов проявления этого первостепенного палеогеографического фактора, охватывающих время от начала глобального похолодания МИС-6. Именно тогда произошли события, глубоко изменившие облик природы не только Западной Сибири, но и всей планеты.

На графике SPECMAP [Imbrie et al., 1984] даже позже относительно слабого ПЭ МИС-7 время МИС-6 отражено как очень глубокое сокращение этого притока (рис. 1). Оно началось около 200 тыс. лет назад и неравномерно продолжалось в течение последующих 50 тыс. лет. За этот период постепенно изменялись климатические условия и процессы, протекавшие на планете: развивались континентальные оледенения и происходила гляциоэвстатическая регрессия Мирового океана. В целом прохладное межледниковье сменялось ледниковой эпохой. Время от 150 до 140 тыс. лет назад было минимальным по ПЭ.

Авторы полагают, что именно в это время в Западной Сибири возник и продвинулся на юг максимальный (самаровский) покровный ледник. Южная граница его достигла района верховьев р. Ларь-Еган, левого притока Оби; вся северная часть Обь-Иртышского междуречья в то время оказалась покрыта ледником. Ледниковые образования позже оказались перекрыты более молодыми осадками, но в основании видимых разрезов и в их средней части здесь залегает многометровый горизонт субэдральной основной морены оледенения, которое развивалось на протяжении 10 тыс. лет, а, вероятно, и несколько более. Следовательно, вся северная часть Обь-Иртышского междуречья является областью самаровского (максимального) оледенения.

Во время максимума оледенения покровный ледник надвигался на центральную часть Западной Сибири с ССЗ на ЮЮВ, т.е. из региона Скандинавско-Баренцевского центра. На это указывают и петрографический состав крупного обло-

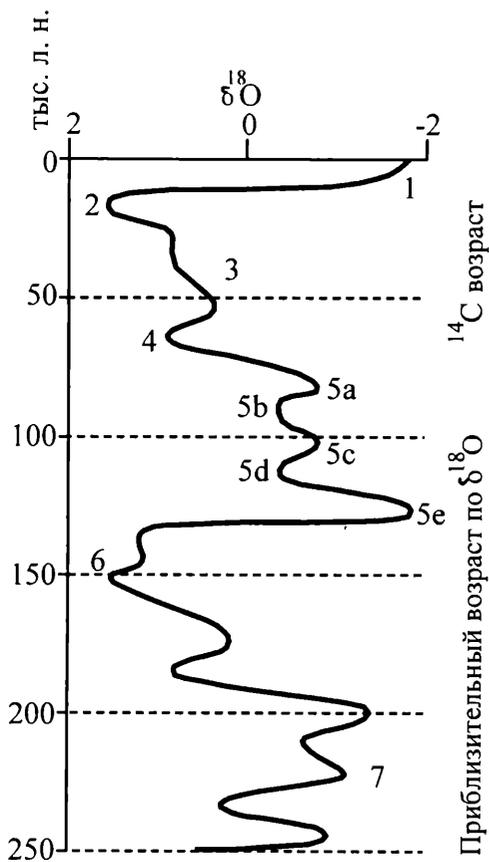


Рис. 1. Стандартная морская изотопно-кислородная шкала SPECMAP [Imbrie et al., 1984] (цитировано по [Борисова, 2008]).

мочного материала и (в особенности) состав фоссилий в обломках осадочных пород [Сухорукова, 1981; Шелехова, 1981; Волков, Шелехова, 1991]. Транспортная сила ледника поражает наблюдателя. Обломочный материал и все гляциальные образования переносились им вплоть до 59° с.ш. Косвенно это свидетельствует об огромном объеме покровного оледенения и высотах порядка 5–6 тыс. метров в его центральной части. Гляциоэвстатическая регрессия Мирового океана во время похолодания МИС-6 должна была достигать отметок -200 м. Все шельфы Земли обращались в сушу.

На палеоклиматической кривой V28-238 [Боуэн, 1981], а также на графике SPECMAP [Imbrie et al., 1984], отражающих историю ПЭ, выражены три его состояния: 1 – кратковременные, но максимальные по интенсивности взлета; 2 – длительные периоды промежуточных по интенсивности, но долговременных состояний; 3 – кратковременные, но весьма глубокие сокращения. Такие минимумы всегда резко сменялись «пиками» максимального ПЭ, которые выглядят на кривых как «зубцы пилы». Они названы терминациями (т.е.

окончаниями похолодания). В действительности же окончанием предыдущего климатического цикла являлся не пик потепления, а окончание предыдущего похолодания [Volkov, Volkova, 2003]. Потепление (например, время земской трансгрессии) – это максимум ПЭ, продолжением которого являются уже его промежуточные состояния.

Падение ПЭ до минимума, похолодание МИС-6 и динамика природных процессов до похолодания МИС-2

Сокращение ПЭ повлияло на экзогенные геологические процессы всей географической оболочки. Главнейшие из них следующие: 1) появление и развитие континентальных ледников; 2) гляциоэвстатическое понижение уровня Мирового океана; 3) снижение основания тропосферы; 4) перемещение географических зон по направлению к экватору; 5) криогенез в приледниковых зонах, преобразование почв времени МИС-7 в условиях многолетней мерзлоты; 6) общее увлажнение климата внеледниковых пространств; 7) появление приледниковых бассейнов и систем стока талых ледниковых вод. Эти основные последствия похолодания вели к глубоким изменениям геологических процессов, геолого-геоморфологической основы ландшафтов и всей географической оболочки.

Переход ПЭ от минимального к последующему максимальному совершался предельно быстро; это отражено на кривых колонки V28-238 и шкалы SPECMAP. Природные события в то время развивались в обратном порядке по сравнению со временем окончания похолодания МИС-6 и минимального ПЭ. Но высказать такое очевидное заключение – значит, сказать не все. Весьма откровенным будет сообщить, что потепление МИС-5, в особенности его начало, пока скрыто от исследователей неопределенностью. Можно лишь отделить факты от предположений.

События катастрофических подъемов уровня Мирового океана, имевшие место в переходное время от похолодания МИС-2 к МИС-1 от отметок порядка -130 м в начале его трансгрессии [Fairbanks, 1987] к современному уровню ясно свидетельствуют, что переход от МИС-6 к МИС-5 и трансгрессии также проходили сложно и неравномерно. Время 130 тыс. лет назад, когда в умеренных поясах Земли процветала биота при уровне океана +40–50 м, являлось не началом, а максимумом потепления. Начало же перехода к максимальному ПЭ имело место несколько раньше – вероятно, оно тяготело к 140 тыс. лет назад. Позже произошло таяние большинства континентальных ледников в умеренных поясах и поднятие уровня Мирового океана от отметок порядка

- 200 м до +40–50 м (земская трансгрессия). Период же позже 130 тыс. лет назад было, вероятно, ближе к концу потепления, чем к его началу, ведь во время подстадий МИС 5a–5d ПЭ вновь резко сократился. В это время реконструируется аридизация, охватившая всю территорию России. Уровень Каспийского моря во время ательской (позднехазарской) регрессии снизился до -100 м вследствие сокращения атмосферного стока рек в его водосборном бассейне. Сформировался лесс, на котором возникла микулинская почва.

На кривой СПЕСМАР со времени МИС-5d до конца потепления МИС-3 климат отражается как промежуточный между максимально теплым (МИС-5e) и холодным (МИС-2). Это время оценивается [Борисова, 2008] в климатическом отношении как ледниковая эпоха позднего плейстоцена, которая охватывала МИС 5d–5a, МИС-4, МИС-3 и МИС-2. Такие построения нам представляются не совсем точными. МИС 5d–5a и МИС-4 действительно можно считать становлением новой, позднечетвертичной ледниковой эпохи. Однако потепление МИС-3, особенно в его конце, по климатическим условиям было ближе к прохладному межледниковью, чем к ледниковому времени.

Авторы полагают, что палеогеографические представления многих специалистов относительно последнего (сартанского) континентального оледенения Западной Сибири являются ошибочными. Мы разделяем взгляды другой группы исследователей, которые считают, что эта проблема была надежно решена еще в середине второй половины XX в. В 1967 г. были высказаны основные представления по этому вопросу [Троицкий, 1967], и позже никаких убедительных, заслуживающих внимания отрицательных полемических высказываний мы не встречали, но положительная аргументация постоянно возрастала. М.Г. Гросвальдом [1999] правильно показана эволюция представлений исследователей по вопросу о границах и характере последнего континентального оледенения на севере России, и высказанные в последние годы выводы мы считаем окончательно установленными.

Специальные тематические исследования в районе Сибирских Увалов (г. Ноябрьск и более восточные территории) позволили заключить, что эта территория представляет собой конечную краевую полосу сартанского (устаревший термин) оледенения в Западной Сибири [Волков, 1997]. Геоморфологические и геологические особенности указанного региона однозначно подтверждают этот вывод. Более того, как будет показано ниже, ему отвечают и все особенности новейших геологических и палеогеографических данных. Мы полагаем, что любые предположения об отсутствии

или малых размерах сартанского оледенения в Западной Сибири ошибочны. Они не соответствуют главнейшим особенностям не только строения самой гляциальной зоны Западно-Сибирской равнины как продолжения на восток поздневалдайской зоны европейской части России [Арсланов и др., 1983; Гросвальд, 1999; Гончаров, 1989; Лавров, Потапенко, 2005], но и всех остальных палеогеографических построений. Глобальные черты времени похолодания МИС-2 [Blanchon, Shaw, 1995; Борисова, 2008] и геологическое строение приледниковой и внеледниковой зон Западной Сибири подтверждают высказанное представление о границах сартанского оледенения. В настоящей публикации мы считаем излишним вновь давать развернутую аргументацию самой гляциальной проблемы; важнее привести данные по геологии и палеогеографии приледниковой и внеледниковой зон как самой Западной Сибири, так и иных регионов. Эти данные будут сопоставлены также с динамикой ПЭ и некоторыми другими глобальными палеогеографическими особенностями.

Прежде чем сравнивать похолодания МИС-6 и МИС-2, следует обратить внимание на особенность кривой СПЕСМАР [Imbrie et al., 1984]. На ней полностью отсутствуют резкие «углообразные» переходы; между тем, на колонке V28-238 их много [Боуэн, 1981]. Плавности графика СПЕСМАР есть некоторый отход от реальности и обеднение ее содержания. С учетом масштаба длительности событий, которые отражены на кривой, во многих случаях нельзя отделить постепенные переходы от быстрых и скачкообразных; прежде всего это относится к оценкам минимальных и максимальных ПЭ.

Важными сходствами похолодания МИС-2 с МИС-6 является резкое сокращение ПЭ до минимального даже по сравнению со скудным притоком позднего этапа потепления МИС-3 (рис. 1). Глубина же обоих похолоданий сходна. МИС-2 было весьма кратковременным – по крайней мере, в 5–7 раз короче МИС-6. Весьма важна длительность и скорость минимального ПЭ от конца похолодания МИС-2 к потеплению МИС-1 (см. рис. 1). Следует подчеркнуть, что этот переход пока невозможно оценивать по его длительности. Что это было – тысячелетие, столетие или еще более кратковременный интервал?

При оценках природных последствий последнего похолодания и последующего потепления авторы считают необходимым подчеркнуть, что расчленение этого ПЭ неправомерно. На кривой последних двух этапов и на более древних ее участках следует выделять не эпохи похолоданий, как это принято до настоящего времени, а потеплений, каждое из которых начинается стремительным «взлетом»

ПЭ. На всех «энергетических кривых» выделяются три периода ПЭ: максимальный как начальный, средний (промежуточный) и конечный (минимальный). При таком подходе концом каждого климатического мегаэтапа следует считать окончание периода минимального ПЭ. Для времени похолодания МИС-2 и потепления МИС-1 это утверждение имеет особенно важное значение.

Непосредственные следы максимального ПЭ: в керне океанических скважин – налегание прослоя, обогащенного алевритом, на нижележащий, представленный тонко отмученным илом; в умеренных поясах континентов – залегание очередного покрова лессовых отложений на образования криогенеза предыдущей эпохи педогенеза. И в океанах, и на материках осадконакопление отражает эпохи не похолоданий, а потеплений (максимум алеврита в очередном этапе формирования ила и наиболее быстрого лессонакопления на континентах в теплом и сухом климате). Их и следует выделять как этапы максимума ПЭ. Окончание потепления – минимум ПЭ, следствие – рост ледников и снижение уровня Мирового океана; позже наблюдается начало нового мегаклиматического этапа.

Минимум ПЭ, похолодание МИС-2

Для установления времени окончания относительного потепления МИС-3 (липовско-новоселовского) [Кинд, 1974] в Западной Сибири важное значение имеют исследования с использованием радиоуглеродного метода [Волков, 1973]. В низовьях р. Тобол был изучен разрез озерной террасы (рис. 2), в доколе которой залегает горизонт остатков елового леса (почва, корневища, шишки). Большое значение имеет учет геоморфологического положения данного горизонта. Лес, остатки которого залегают в цокольной части террасы, произрастал на абсолютных отметках, близких к +40 м. Отметки современного меженного уровня устья р. Тобол около +35 м, устья р. Иртыш – около 19 м, а уровень южной части Обской губы, т.е. близкий к нулевой отметке (уровню океана), расположен на расстоянии более чем 800 км от ее северного окончания. Уже такое высотное положение остатков леса ясно свидетельствует о том, что р. Обь вместе с ее затопленной северной частью долины впадала в море, уровень которого был значительно ниже современного. Это подтверждают данные океанических исследований [Кинд, 1974]. Уровень Мирового океана в конце относительного потепления МИС-3 был близок к -25–30 м, и в дальнейшем интенсивно понижался.

Для древесины погребенного леса в данном разрезе были получены три радиоуглеродные даты, выполненные в различных лабораториях

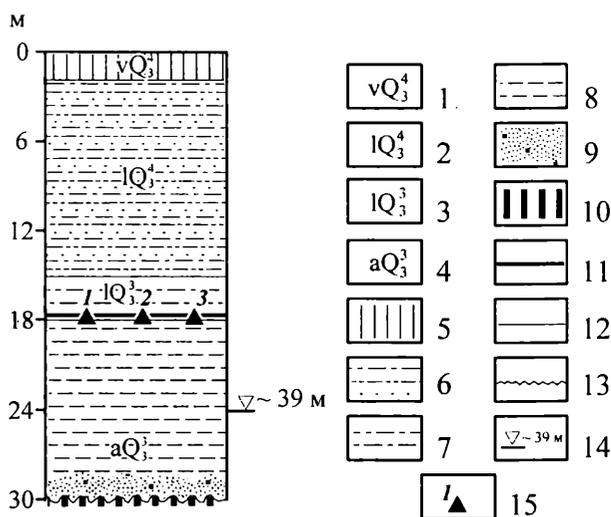


Рис. 2. Строение разреза озерной террасы у с. Липовка

1 – ельцовские золотые отложения; 2 – нижнесартанские озерные отложения; 3 – верхнекаргинские озерные отложения; 4 – нижнекаргинские аллювиальные отложения; 5 – покров лессовых отложений; 6 – горизонтальное переслаивание алевритов, суглинков и тонкозернистых песков; 7 – суглинков; 8 – глина; 9 – песок с галькой; 10 – дочетвертичные глины; 11 – погребенный пневый горизонт; 12 – граница между слоями; 13 – размыв; 14 – меженный урез р. Тобол; 15 – радиоуглеродные даты: 1 – 30200±60 лет назад (СОАН-40); 2 – 30560±240 лет назад (ЛГ-37), 3 – 30700±300 лет назад (ГИН-126).

(рис. 2); все они оказались близкими к 30 тыс. лет назад. Лес, из древесины которого получены даты, вскоре был затоплен водами озера, залившего дно долины р. Оби. Это ясно свидетельствует о том, что в низовьях Оби образовалась ледниковая преграда; озеро имело гляциально-подпрудную природу. Уровень водоема повышался; достигнув предельной высоты, около +125–130 м, озеро стало сбрасывать избыток вод по Тургайскому спиллвею на юг в сторону древней Аральской впадины [Волков и др., 1969; Волков, 1971]. Это Мансийское озеро являлось одним из природных элементов трансконтинентальной системы стока талых вод последнего оледенения. Оно существовало лишь благодаря ледниковой преграде [Волков, Казьмин, 2007, 2008]. Во время максимального продвижения ледника на юг в долинах Оби и Енисея образовались обширные ледниковые лопасти, преграждавшие озерным водам путь на север. Они отчетливо прослеживаются на местности и на космических снимках зимнего аспекта [Волков, 1987]. Во время дегляциации, когда трансконтинентальная система талых вод функционировала как единое целое, Мансийское озеро было проточным. В него с востока по Енисейско-Обской сквозной долине поступали воды Енисейского озера, а на юго-западе по Тургайскому

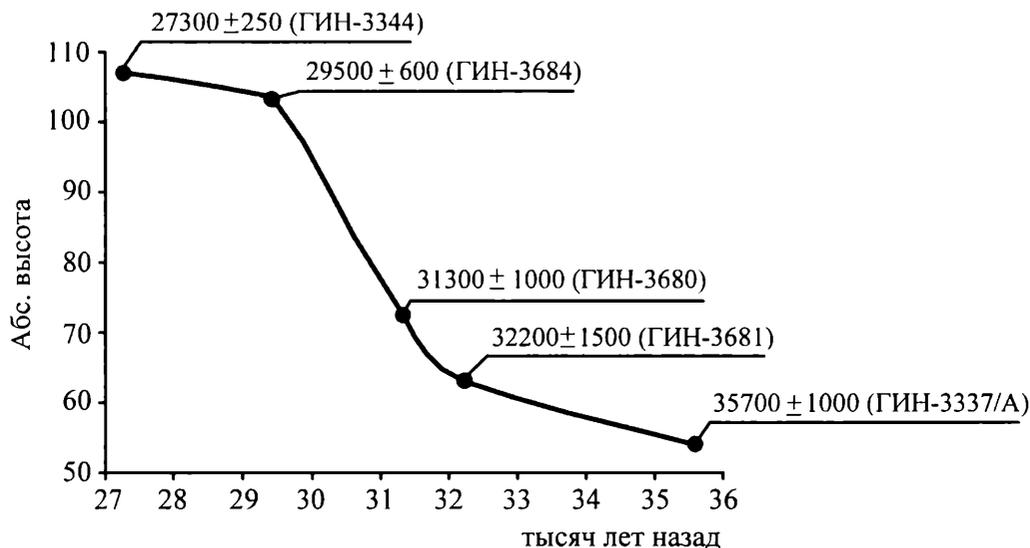


Рис. 3. Соотношение между абсолютным возрастом (по ^{14}C) отложений, подстилающих ледниково-озерные осадки приенисейской части Западной Сибири, и высотным положением залегания датируемого материала (составлен С.В. Гончаровым, с дополнениями авторов).

спиллвею избыток озерных вод сбрасывался на юг в сторону Арало-Каспия [Волков и др., 1969].

Сходные результаты получены и в процессе геологической съемки в районе низовьев долины Енисея [Гончаров, 1989; Гросвальд, 1999]. Здесь на основании изучения ледниковых, озерно-ледниковых и биогенных осадков (торфа) с широким радиоуглеродным датированием выяснена история возникновения и развития приледникового озера, образовавшегося во время последнего (сарганского) оледенения в Западной Сибири (рис. 3). Исследованы Енисейско-Обской спиллвей и связь Енисейского озера с Мансийским. На основе анализа аэро- и космоснимков и полевого наземного картографирования изучен район пересечения образований краевой полосы гляциальной лопасти с Енисеем у пос. Лебедь (62° с.ш.) [Гончаров, 1989].

Максимум ПЭ, дегляциация (переход к МИС-1)

Данный раздел излагается кратко. На основании многолетних собственных наблюдений и в результате общих новейших достижений геологии и палеогеографии квартера нами получены заключения, существенно отличные от тех, которые господствуют в литературе. Приводятся лишь те наши важные выводы, которые должны служить исходным материалом для дальнейших исследований. Характеристику последней дегляциации в Западной Сибири следует начать с района г. Ноябрьска. Здесь широко распространены камы и поле абляционной морены [Волков, 1997].

Эти геологические образования формировались в условиях стаивания неподвижного реликтового глетчерного льда, поступившего сюда несколько ранее в условиях бокового давления ледника. Окончательно он стаивал в условиях уже начавшегося потепления. Подобных районов в Западной Сибири много, и они образовались уже в начале дегляциации.

Следствия резкого возрастания ПЭ к Земле многообразны. Весьма интересен в отношении характеристики дегляциации юго-восток Западной Сибири, где получена определенная оценка перехода от холодного и влажного климата к последующему теплом и сухому. Он получен в результате изучения и датирования осадков близ г. Искитима в Новосибирской области (рис. 4). В нижней части стенки искусственной выработки прослежен четкий резкий переход от криогенной типично тундровой природной среды к началу накопления ельцовского покрова лесса, осевшего из атмосферы в теплом и сухом климате. Он произошел очень быстро, около 20 тыс. лет назад [Волков, 1980]. Смена этой природной среды, несомненно, явилось следствием глобального взлета ПЭ от минимального к максимальному. Это было очередное начало потепления не только Сибири, но и всей географической оболочки Земли.

Изучение трансконтинентальной системы стока талых ледниковых вод выявило некоторые особенности климата времени дегляциации. Эта система функционировала в сухих климатических условиях, при которых сток рек атмосферного питания фактически прекращался, и широкое развитие получали эоловые процессы [Волков, 1971; Казь-

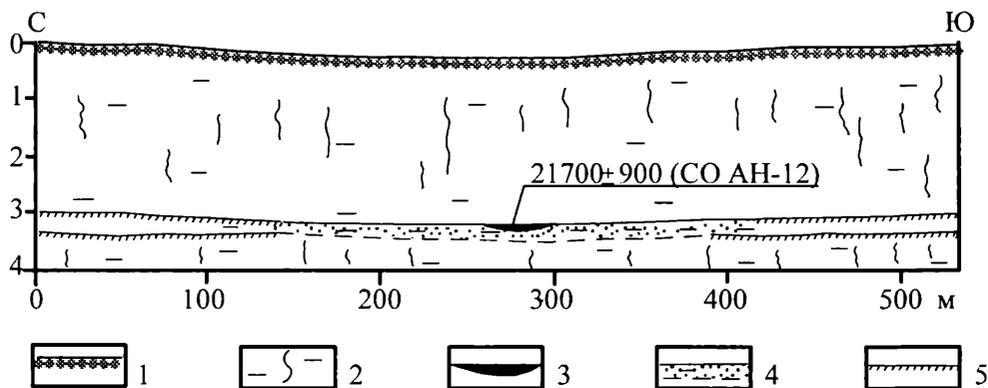


Рис. 4. Время начала образования ельцовского лесса в юго-восточной части Западной Сибири [Волков, 1980]
 1 – современная почва; 2 – покров лессовых отложений; 3 – сильно гумусированная почва на дне ложины; 4 – супесь; 5 – гумусированная погребенная почва.

мин, 1997, 2006]. Распад системы протекал также в условиях сухого климата мангышлакской аридизации [Казьмин, 2007; Волков, Казьмин, 2008].

Особенности геологических и географических процессов в Западной Сибири отражают глобальные особенности динамики природы во время последней дегляциации. Кроме стаивания на равнинах континентальных ледников, в географической оболочке происходили и иные процессы, не менее существенные, чем оледенения. Эти процессы охватывали океан и атмосферу [Казьмин и др., 2007]. Климатические события в Западной Сибири, России в целом и на континентах отражают эти глобальные события. Стремительное возрастание ПЭ вызвало смену нисходящей части гляциоэвстатической регрессии восходящей. Уровень океана стал подниматься от его минимального состояния (около -130 м) [Fairbanks, 1987] до современного.

Заключение

Авторы попытались проследить основные природные события от 160 тыс. лет назад до настоящего времени, связав их с историей ПЭ. Материалы изучения динамики ПЭ выявили резкие колебания этого фактора. На кривых отражены зубцы «пилы»; они совпадали с максимумами ПЭ, непосредственно следующими за минимумами. Особенно ясно они отражены на кривой скважины V28-238 [Боуэн, 1981]. За время с 160 тыс. лет назад до современности наблюдалось два таких скачка. Следует считать, что эти резкие изменения ПЭ и явились началами климатических циклов. Один из них начался около 140 тыс. лет назад, другой – позже 20 тыс. лет назад; между ними ПЭ был промежуточным и не достигал крайних состояний. Только в конце МИС-5 и в МИС-4 ПЭ

приближался к минимальному, а в относительное потепление МИС-3 – к максимальному. В остальное время этот приток колебался значительно, но не достигал крайних пределов.

Климатические события в Западной Сибири и во всей России отражают эту последовательность. Длительное сохранение минимальной величины ПЭ в МИС-6 на протяжении 10 тыс. лет, а может быть, и более, предопределило развитие в Западной Сибири грандиозного максимального (самаровского) оледенения. Ледник покрыл всю северную часть региона приблизительно вплоть до 59° с.ш. С началом потепления МИС-5 началась дегляциация самаровского оледенения. К 130 тыс. лет назад она завершилась таянием самаровского покровного ледника и возникновением казанцевской трансгрессии до отметок +40–50 м. Это время было теплым в Арктике, когда в прибрежных частях арктических морей существовал целый комплекс теплолюбивых моллюсков. Позже, во время МИС 5d–5a и МИС-4, климат приблизился к ледниковому. В течение МИС-3 наблюдается существенное относительное потепление (липовско-новоселовское), когда общая природная обстановка в Западной Сибири была близка к прохладному межледниковью [Кинд, 1974]. Нет оснований время от МИС-5d до конца МИС-3 считать единой ледниковой эпохой.

Концом (завершением) позднечетвертичного климатического макроцикла явилось последнее (сарганское) оледенение Западной Сибири. Оно было следствием сокращения ПЭ до минимума позже 30 тыс. лет назад. Ледник, южный край которого проходил по Сибирским Увалам, преградил сток на север рек Енисея и Оби. Возникла трансконтинентальная система озер (в Западной Сибири – Енисейского и Мансийского). Тундра распространялась до южных пределов Западной Сибири. Это

время было завершением полного позднечетвертичного глобального климатического мегацикла.

Последняя дегляциация имела место около 20 тыс. лет назад; это было началом незавершенного глобального климатического мегацикла. В Западной Сибири установился теплый аридный климат; сток рек атмосферного питания прекратился. Существовала трансконтинентальная система стока талых ледниковых вод, которая во второй половине дегляциации деградировала в аридных условиях. Во внеледниковой области Западной Сибири широко проявились эоловые и иные субэральные процессы, сформировавшие грядовые и бугристые положительные формы рельефа; образовался ельцовский покров лесса. Многолетняя мерзлота и тундра около 20 тыс. лет назад сменились сухой степью времени мангышлакской аридизации Северной Евразии [Волков, 1980; Казьмин, 2007; Волков, Казьмин, 2008]. Она была прервана глобальным кратковременным, но очень глубоким похолоданием позднего дриаса (11–10 тыс. лет назад).

Важнейшим и до настоящего времени проблематичным вопросом палеогеографии Западной Сибири является время образования левобережных гляциальных гряд в низовьях Енисея (ньяпанской) и Оби (собкейской). Надежное определение времени их образования совершенно необходимо для окончательного решения всей проблемы возраста позднеледниковья. Пока не выяснен этот во-

прос, нельзя считать и до конца решенной проблему трансконтинентальной системы стока талых вод последнего оледенения в Западной Сибири. Ньяпанская гляциальная левобережная гряда образовалась ранее прорыва Енисея на север. Спуск Енисейского и Мансийского озер вторичен по отношению к времени формирования этой гряды.

В голоцене началась эпоха педогенеза и господства биогенных процессов (формирование почв и болотообразование). В его первой половине в условиях теплого умеренно-влажного климата возобновился сток рек атмосферного питания. Образовалась первая надпойменная терраса, а позже – пойма. Географическая оболочка приблизилась к современному состоянию.

Главный вывод данной работы заключается в следующем: неправомерно рассматривать начало любого климатического мегацикла по факту окончания дегляциации. Его началом была смена минимального ПЭ максимальным; МИС – это следствие максимума ПЭ. С учетом этого на протяжении единого климатического цикла географическая оболочка Земли изменялась трижды: а) период дегляциации – аридизация; б) завершение дегляциации и начало интерстадиала (или межледниковья) – педогенез, господство биогенных процессов; в) гляциация (минимум ПЭ) – криогенез. Такая последовательность была характерна и для более древних этапов быстрого изменения ПЭ от минимального к максимальному.

Литература

- Арсланов Х.А., Лавров А.С., Потапенко Л.М. Новые данные о позднеплейстоценовом оледенении севера Западной Сибири // Оледенения и палеоклиматы Сибири в плейстоцене. Новосибирск: Институт геологии и геофизики СО АН СССР, 1983. С. 27–35.
- Борисова О.К. Ландшафтно-климатические изменения в умеренных широтах Северного и Южного полушарий за последние 130 000 лет. М.: Изд-во ГЕОС, 2008. 247 с.
- Боуэн Д. Четвертичная геология. М.: Мир, 1981. 272 с.
- Вангенгейм Э.А., Певзнер М.А., Тесаков А.С. Зональное расчленение квартала Восточной Европы по мелким млекопитающим // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2001. Т. 9. № 3. С. 76–88.
- Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. М.: Наука, 1973. 256 с.
- Волков И.А. Позднечетвертичная субэральная формация. М.: Наука, 1971. 254 с.
- Волков И.А. Палеогеографическое значение некоторых радиоуглеродных датировок на юге Западной Сибири // Геология и геофизика. 1973. № 2. С. 3–8.
- Волков И. А. Позднезырянский (сартанский) покров лессов, лессовидных суглинков и эоловых песков // Палеогеография Западно-Сибирской равнины в максимум позднезырянского оледенения. Новосибирск: Наука, 1980. С. 66–73.
- Волков И.А. Геолого-геоморфологическая основа ландшафтов центральной части Западной Сибири (на основе использования дистанционных методов исследований) // Дистанционные исследования ландшафтов. Новосибирск: Наука, 1987. С. 64–96.
- Волков И.А. Пределы распространения сартанского ледника в Западной Сибири // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 6. С. 1049–1054.
- Волков И.А., Волкова В.С., Задкова И.И. Покровные лессовидные отложения и палеогеография юго-запада Западной Сибири в плиоцен–четвертичное время. Новосибирск: Наука, 1969. 332 с.
- Волков И.А., Казьмин С.П. Сток вод последнего оледенения Севера Евразии // География и природные ресурсы. 2007. № 4. С. 5–10.
- Волков И.А., Казьмин С.П. Геоморфологические образования последней ледниковой стадии в Западной Сибири // Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее, будущее. Матер. XXX Пленума Геоморфологич. комисс. РАН. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008. С. 283–284.
- Волков И.А., Шелехова Т.Г. Новые данные о составе об-

- ломочного материала морены в Среднем Приобье // Геология и геофизика. 1991. № 4. С. 95–98.
- Гончаров С.В.* Последнее оледенение Западной Сибири и ледниково-подпрудные озера в бассейне Среднего Енисея. Автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. М., 1989. 25 с.
- Гросвальд М.Г.* Евразийские гидросистемные катастрофы и оледенение Арктики. М.: Изд-во Научный мир, 1999. 118с.
- Казьмин С.П.* Геоморфология Восточной Кулунды и Барабы. Новосибирск: НИЦ ОИГГМ СО РАН, 1997. 46 с.
- Казьмин С.П.* Эоловые образования времени последней дегляциации // Позднекайнозойская геологическая история севера аридной зоны. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2006. С. 81–85.
- Казьмин С.П.* Мангышлакская аридизация последней дегляциации в умеренном поясе Северного полушария // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Матер. V Всероссийск. совещ. по изуч. четвертич. периода. М.: Изд-во ГЕОС, 2007. С. 163–165.
- Казьмин С.П., Волков И.А., Климов О.В.* Последняя дегляциация, океан и атмосфера // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Матер. V Всероссийск. совещ. по изуч. четвертич. периода. М.: Изд-во ГЕОС, 2007. С. 165–168.
- Кинд Н.В.* Геохронология позднего антропогена по изотопным данным. М.: Наука, 1974. 255 с.
- Лавров А.С., Потапенко Л.М.* Неоплейстоцен северо-востока Русской равнины. М.: Аэрогеология, 2005. 222 с.
- Сухорукова С.С.* Плейстоценовые морены Среднего Енисея и низовьев р. Оби // Четвертичные оледенения Сибири и других областей Северного полушария. Новосибирск: Наука, 1981. С. 73–87.
- Троицкий С.Л.* Новые данные о последнем покровном оледенении Сибири // Докл. АН СССР. 1967. Т. 174. № 6. С. 1409–1412.
- Шелехова Т.Г.* Особенности литологии валунных суглинков Белогорской возвышенности // Четвертичные оледенения Сибири и других областей Северного полушария. Новосибирск: Наука, 1981. С. 68–73.
- Blanchon P., Shaw J.* Reef growing during the last deglaciation: Evidence for catastrophic sea-level rise and ice sheet collapse // *Geology*. 1995. Vol. 23. P. 4–8.
- Fairbanks R.G.* 17,000 years glacio-eustatic sea level record, influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep ocean circulation // *Nature*. 1989. Vol. 342. P. 637–642.
- Imbrie J., Hays J., 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 // *Milankovitch and Climate: Understanding the Response to Astronomical Forcing*. Dordrecht: D. Reidel Publ., 1984. P. 269–305.
- Volkov I.A., Volkova V.S.* Geological information from sub-aerial sequence as the basic direction in further study of Pleistocene // *Loess and Paleoenvironment*. Moscow: GEOS Publ., 2003. P. 62–63.