Отчет за 2012-2014 гг. по программе ОНЗ-12, раздел 5
“Развитие оледенения в горном обрамлении Западной Сибири как результат взаимодействия ледников с мерзлыми породами”
Отв. исп. В.С. Шейнкман

Цель исследования

Целью проведенного исследования являлось изучение, с позиций криологии Земли, специфики оледенения в окаймляющих Западную Сибирь горных районах и влияния, которое оно может оказывать на криолитозону. Поскольку ряд современных процессов является откликом на события, имевшие место в прошлом, достижение поставленной цели предполагало изучение взаимодействия оледенения с мерзлыми толщами, выявление управляющих механизмов, определяемых данным взаимодействием, и установление трендов развития оледенения и криолитозоны под влиянием четвертичных изменений климата. А также под воздействием имевших место в плейстоцене тектонических событий и трансгрессий и регрессий моря со стороны Арктики.

Объекты исследования и решаемые задачи

Объектом проводимых исследований являлись объединенные в криогляциальные (по [*Шейнкман, Мельников, 2014; Sheinkman, 2011*]) системы (КГС) ледники, формирующиеся в области криолитозоны, и связанные с ними льды мерзлотного происхождения. Также изучались следы их геологической деятельности. В отчетный период были исследованы КГС Полярного Урала и Алтая (соответственно крупнейших центров древнего и современного оледенения на севере и юге Западной Сибири), а также ледниковый рельеф и отложения на прилегающей к ним территории. Кроме того изучались потенциальные следы древних ледников и связанных с ними мерзлотных процессов на всем протяжении правобережья Средней Оби. Интерпретация геоморфологических комплексов в ее долине носит весьма

спорный характер, а без его раскрытия и получения ясной картины формирования отложений квартера на данной территории продвинуться в плане решения поставленной проблемы практически невозможно, поскольку именно на севере Западной Сибири были заложены основы схемы четвертичного развития региона.

В целом обусловленные целью исследования задачи, решаемые в ходе выполнения проекта, вытекали из сущности остро обсуждаемых сегодня вопросов – влияния оледенения на криолитозону, взаимодействия этих явлений, их роли в развитии природы Западной Сибири и связи с тектоникой и трансгрессиями моря в арктическом бассейне. Основные задачи заключались в следующем.

1. Выявить закономерности и специфику развития современных ледников в горном обрамлении Западной Сибири, и, на этой основе, понять принцип взаимодействия оледенения с мерзлыми толщами на прилегающей к ледникам территории.

2. Установить, с позиций криологии Земли, причины и возможности разрастания ледников в прошлом и определить масштаб их влияния на криолитозону на разных этапах оледенения.

3. Изучить следы ледников на участках их спуска из ледниковых центров в предгорья, оценить их характер и реальность, в условиях фонового многолетнего промерзания горных пород, продвижения потоков льда к долине Средней Оби.

4. Выяснить масштаб влияния на ход ледниковых процессов тектонических событий на правобережье Средней Оби, раскрыть картину и особенности появления в ее отложениях грубообломочного каменного материала и установить его генезис.

5. Определить характер и специфику сосуществования ледников региона и морского бассейна к северу от долины Средней Оби, расширявшегося во время трансгрессии Северного ледовитого океана.

Аннотация

Одной из специфичных черт формирования оледенения в горном обрамлении севера Западной Сибири является его развитие в области криолитозоны и взаимодействие с многолетнемерзлыми породами (ММП). В ходе сложных событий четвертичной истории наряду с промерзанием горных пород и разрастанием ледников, продвигавшимся из центров оледенения в горном обрамлении севера Западной Сибири на равнину, в регионе также имели место трансгрессии и регрессии моря в арктическом бассейне. Наложение друг на друга разных процессов осложнило картину развития природы в регионе и породило противоречивость мнений, поскольку все отмеченные явления взаимосвязаны, и нередко имевший место недоучет какого-то из них влек за собой иное освещение картины развития оледенения и ММП. Учитывая, что влияние оледенения на криолитозону велико, а Западная Сибирь – регион активного освоения, в ходе проведенных исследований как наиболее важная научная и практическая задача решалась проблема по уменьшению противоречий в подходах и установлению наиболее достоверной картины развития природы в регионе. Осуществлялось это на основе выявления специфики развития ледников в центрах оледенения в горном обрамлении севера Западной Сибири и установления направления их воздействия на формирование криолитозоны и связи с тектоническими событиями и трансгрессиями и регрессиями моря со стороны Арктики. В итоге была создана основа рабочей модели хода оледенения в регионе как база для прогностических выводов.

Содержание исследований

1. Введение

Исследования, проведенные с целью раскрытия специфики древнего оледенения в горном обрамлении севера Западной Сибири и создания на этой основе рабочей модели для прогноза развития окружающей среды, имели комплексный характер. В отчетный период они были направлены на

выявление особенностей характера древних ледников, их связи с современными ледниками и формированием ММП, специфики развития в условиях активной, как выяснилось, тектоники и сосуществования с флуктуирующими трансгрессиями и регрессиями моря со стороны Арктики.

В имеющихся на сегодня моделях формат оледенения в Сибири в прошлом, от которого при проведении реконструкций берется отсчет, принимается по-разному. Причем от закладывания в основу моделей формата гигантского покровного оледенения до полного отрицания самой возможности развития ледников – с аргументацией об ошибочном принятии за их следы образований, сформированных иными процессами. Поэтому главным, решавшимся при проведении наших исследований, вопросом было выявить, что брать за базис рабочей модели, отражающей ход и ритмику оледенения. В итоге было установлено, что причина разногласий при проведении оценок оледенения в первую очередь связана с недоучетом исследователями специфики развития оледенения собственно в Сибири, где его особенности определяются тем, что в течение всего квартера ледники формировались в условиях криолитозоны и в обстановке развитой криоаридизации [*Шейнкман, 2008, 2010, 2012*]. Причем большую роль в переработке следов ледников и перераспределении оставленных ими отложений играли трансгрессии и регрессии моря в арктическом бассейне и блоковые тектонические движения земной коры. Раскрытие этой специфики и разработка различных приемов диагностики изучаемых объектов собственно и составляют результат проведенных работ.

2. Постановки проблемы и определение путей ее решения

Сегодня проблема хода оледенения в плейстоцене обрела новое, причем весьма значимое, озвучивание, что связано с оценкой текущего потепления климата и его прогнозом. Ледники для окружающей их среды являются чутким индикатором баланса тепла и влаги и, оставляя хорошо выраженные, долго сохраняющиеся следы своего геологического воздействия, образуют

ясно структурированные, пригодные для детальной расшифровки комплексы отложений и форм рельефа. Эта основа позволяет восстанавливать ритмику оледенения различной продолжительности, и, отсюда, через его связь с климатом выходить на палеоклиматические реконструкции с определенным шагом обусловленного данной ритмикой хроносреза. Соответственно появляется возможность создания прогностических моделей с обоснованием трендов “от прошлого к настоящему, и от настоящего к будущему”

Построение моделей такого рода требует наличия конкретного эмпирико-логического базиса, и в первую очередь обязывает ответить на важнейший вопрос, какой формат оледенения будет положен в фундамент построений. Ведь в Сибири о формате оледенения в прошлом, от которого берется точка отсчета, мнения не просто разные – порой, к сожалению, они полярные [*Земцов, 1976*; *Астахов, 2009; Кузин, 2002, 2005, 2013*], а от того, какой характер оледенения исходно будет принят в создающихся построениях, зависит суть самой модели. Тем более что сегодня одни исследователи закладывают в основу моделей формат крупного покровного оледенения, а другие аргументируют ошибочное принятие за следы ледников образований, сформированных иными процессами, и развитие древних ледников как таковых во многих районах Сибири отрицают вообще. Соответственно подвергаются ревизии, казалось бы, устоявшиеся концепции и кардинально по-иному оцениваются тренды развития окружающей среды.

Так или иначе, к общему знаменателю свои мнения исследователи пока, к сожалению, не привели, горячие дискуссии не утихают, и при выполнении настоящего проекта нужно было, понимая всю сложность накопившихся вопросов, разработать соответствующие подходы. Поскольку Западная Сибирь, с одной стороны, является одним из наиболее изученных сибирских регионов, и при существующих разногласиях, которые имеют под собой объективную исследовательскую базу, насущно требуется выработка объединяющих мнений. С другой стороны, чтобы они были приняты, нужно найти возможность получения независимых экспертиз и таких методик

решения проблемы, которые удовлетворили бы спорящие стороны. Иными словами, выход из данной ситуации может быть реализован лишь таким образом, чтобы предложить понятную всем, опирающуюся на современные методики и разработки модель оледенения.

В изрядной степени причина существующих и возникающих разногласий обусловлена приверженностью исследователей привычным для них стереотипам. Прежде всего, это касается недоучета особенностей специфики развития ледников в Сибири, где характер оледенения определяется тем, что в течение всего квартера оно получало развитие в условиях развитой криоаридизации и приуроченности к криолитозоне – именно из-за этого формирование ледников приобретало особые черты [*Шейнкман, 2008, 2010, 2012*]. Разобраться во всем этом, использовать имеющиеся и разработать, в случае необходимости, дополнительные приемы диагностики изучаемых объектов и ответить на спорные вопросы, собственно, и было поставлено во главу угла при постановке проблемы и определении путей ее решения при проведении исследований. Иными словами, во-первых, раскрыть специфику четвертичного оледенения в изучаемом регионе на основе выявления особенностей характера древних ледников и их связи с ММП. Во вторых – создать необходимую эмпирико-логическую основу для построения модели, которая, вобрав накопившийся опыт изучения различных природных льдов в области криолитозоны, могла бы объединить разрозненные мнения и лечь в фундамент концепции, учитывающей все особенности развития оледенения в Сибири.

3. Анализ общих черт развития оледенения Сибири

Проведенный в рамках осуществленного проекта анализ имеющихся данных об оледенении Сибири показал, что ледники здесь большей частью располагаются сегодня, и располагались в прошлом, около и южнее Полярного круга, причем повсеместно они были и остаются приуроченными к ареалу развития ММП. Расположение ледников на этих широтах в

обстановке с развитой криоаридизацией и в ситуации с хорошо выраженной криолитозоной подразумевает их развитие в условиях континентального климата с долгой холодной зимой и пусть коротким, но теплым, нередко – жарким, летом. Это определяет, с одной стороны, значительную абляцию на ледниках даже в криохроны, а с другой – особый способ ее компенсации. Поскольку тогда абляции компенсируется не столько за счет обильного снежного питания (как принято в традиционной альпийской модели оледенения), сколько благодаря питанию с конжеляционной составляющей, получившему название ледяного. Оно протекает посредством формирования наложенного льда, представленного его инфильтрационно-конжеляционной и натечно- конжеляционной разновидностью, когда в условиях малого увлажнения в теплый сезон года реализуется запасенный ледниками холод.

Нужно только принимать во внимание отличие ледников Сибири от ледниковых щитов островной Арктики, где граница питания у ледников расположена вблизи уровня моря, и они благодаря этому достигают стадии развития покровных ледников даже в современных условиях. Тогда как на континенте в Сибири ледники повсеместно располагаются высокого в горах, и, будучи контролируемы высоким уровнем летней абляции – атрибутом континентального климата, характеризуются высоким положением границы питания. Сегодня она, даже в случае ее наиболее низкого положения, у зонально обусловленных ледников находится на отметках около 2000 м (как, например, в приполярной части Верхоянского хребта), и выше 3000 м в горах Южной Сибири. Даже если допустить в период криохронов квартера положение границы питания на 500-600 м ниже (такая величина ее депрессии признается большинством авторов), она все равно будет находиться высоко в горах – намного выше уровня моря. Кроме того, в Сибири ледники реагируют на ход климатической ритмики намного более чутко и резко. В циркумполярной зоне ледники островной Арктики, реагируя на ритмику чередования криохронов и термохронов квартера, варьировали в размерах, но принципиально характер оледенения на протяжении плейстоцена это не

меняло: потоки льда были практически всегда представлены ледниковыми щитами. Тогда как в Сибири ледники, находясь высоко в горах, то значительно увеличивались в размерах в криохроны плейстоцена, то существенно сокращались, порой, почти полностью исчезая в термохроны, соответственно принципиально изменяя характер оледенения [*Шейнкман, Мельников, 2014; Sheinkman, 2011*].

Ввиду отмеченных различий традиционные подходы, опирающиеся на альпийские каноны, в случае их применения в Сибири напрямую будут порождать изрядные искажения картины оледенения. Напомним, что традиционная альпийская модель подразумевает активное испарение влаги с океана, ее перенос на континент, над которым она проходит относительно небольшое расстояние, и консервацию на определенное время ледниками (лежащими большей частью своего тела на не мерзлом ложе) той части влаги, что выпадает в твердой фазе. Главным фактором оледенения служит тогда интенсивный метаморфизм снега при его обилии, а затраты приходящего к ледникам тепла в основном идут на преодоление порога таяния находящегося преимущественно в изотермическом состоянии (при температуре около 0ºС), но имеющего большую теплоту плавления льда. В итоге уравновешивается таяние в этом случае главным образом за счет активного поступления в зону абляции новых порций ледовой массы.

При подобной организации вещества и энергии ледники во время глобальных похолоданий климата могут успеть достичь конечной стадии развития – ледникового щита – даже в условиях геологически быстрой, как это имело место в квартере, смены криохронов термохронами, что подтверждается следами древнего оледенения на севере Европы. Причина – в данном случае исходно хорошо выражены влажные гигротические фазы оледенения [*Величко, 1981*]. Поэтому уменьшение срока абляции при похолодании климата на фоне сохраняющегося первое время обильного снегонакопления вызовет быстрое опускание фирновой линии, что повлечет за собой активный рост ледников – пока холодная и влажная

криогигротическая фаза оледенения не сменится криоксеротической, холодной и сухой фазой [*Величко, 1981*], когда рост ледников замедляется.

Однако в находящейся в условиях континентального климата Сибири использование такой модели неприемлемо – здесь криолитозона является фоновым фактором ландшафта, и по-иному распределяется и консервируется влага, которая поступает в Сибирь в основном с западным воздушным переносом, преодолевая большие расстояния и изрядно расходуясь по пути. Вдобавок, в четвертичные криохроны немалую часть влаги перехватывал ледниковый щит на севере Европы, и при этом значительная ее часть консервируется в Сибири не ледниками, а льдами мерзлотного генезиса. Так что общий объем перебрасываемой в Сибирь влаги не может быть большим ни сегодня, ни в прошлом [*Sheinkman, 2011*].

Подчеркнем – принципиально то, что на похолодания климата ледники в Сибири реагируют иначе, чем в традиционно используемой альпийской модели оледенения. Находясь исходно в условиях, когда количество поступающих атмосферных осадков в целом невелико, а в ходе похолодания их становится еще меньше, тогда как летняя абляция все равно остается высокой, ледники в Сибири будут расти медленно. Причем в приледниковой зоне все больше влаги станет консервироваться льдами криолитозоны – наледями и различными подземными льдами. В результате в геологически короткие криохроны квартера таким ледникам реально хватает времени только для того, чтобы достичь стадии долинных форм различной иерархии, а не конечной стадии – покровного оледенения.

4. Результаты, полученные в ходе полевых исследований

В отчетный период исследования современных и древних гляциальных образований во время полевых работ территориально были приурочены к речной системе р. Оби . В ее верховьях изучались горные ледники и следы их деятельности в бассейне верхнего течения р. Чуи, расположенного в высокогорье Алтая. А былое оледенение на севере Западносибирской

равнины и его связь с современными ледниками изучались на примере прослеживания его следов в горах и предгорьях Полярного Урала и на правобережье Средней Оби.

4.1. Исследования на Алтае

В качестве репрезентативного объекта для проведения исследований в отчетный период была выбрана упомянутая долина р. Чаган-Узун. Это левый приток р. Чуи, стекающий со склонов одного из самых высоких горных сооружений Алтая – Южно-Чуйского хребта. Долина р. Чаган-Узун изучается уже много лет различными исследователями (см. обзор в [*Шейнкман, 2002*]), поскольку она уникальна в плане представительности расположенных в ней ледниковых образований, что определяется следующими ее чертами.

Во-первых, в верховьях долины р. Чаган-Узун расположены крупнейшие в Сибири современные ледники – Талдуринский и Софийский, которые относятся к типичным для Сибири холодным, тесно связанным с мерзлотными явлениями в приледниковой зоне, ледникам.

Во-вторых, вблизи Софийского ледника расположен один из самых представительных для Сибири конечно-моренный комплекс малой ледниковой эпохи (рис. 1).

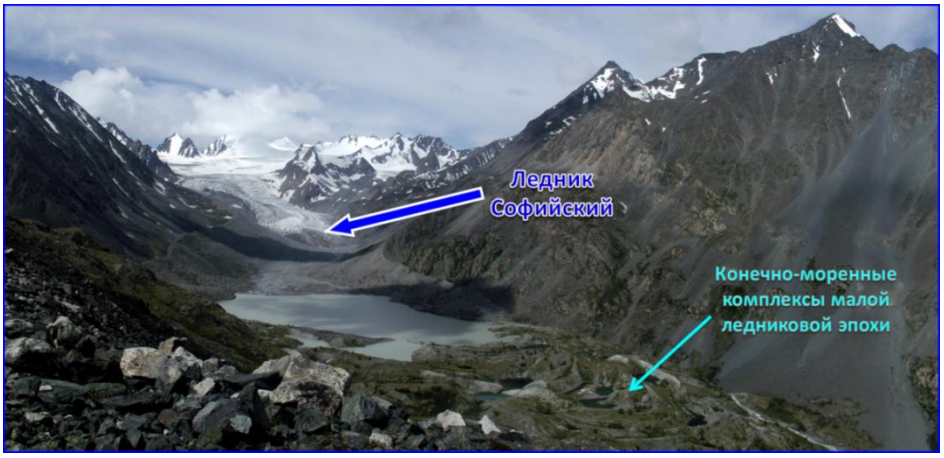

Рис. 1. Ледник Софийский в верховьях р. Чаган-Узун, левого притока р. Чуи и прилегающий к нему конечно-моренный комплекс малой ледниковой эпохи. Алтай. Август, 2013 г. Фото из архива В.С. Шейнкмана

Время отложения данного комплекса было надежно фиксировано известным исследователем Алтая В.В. Сапожниковым, изучавшим во второй половине XIX века располагавшийся тогда здесь ледник. Расшифровка событий этой эпохи и привязка ее этапов к современным ледникам имеет большое значение для понятия и оценки текущего потепления климата.

В-третьих, в низовьях долины р. Чаган-Узун расположен, причем – также один из самых представительных в Сибири, конечно-моренный комплекс максимального продвижения ледника, спускавшегося вниз по данной долине в плейстоцене. Следы этого потока льда хорошо выражены в рельефе (рис. 2), что позволяет надежно характеризовать черты, размеры и другие показатели былого оледенения в горном обрамлении Сибири, а, соответственно, и решать насущные вопросы о характере гляциальных процессов в то время. По крайней мере, на хроносрезе позднего плейстоцена это можно делать достаточно детально.

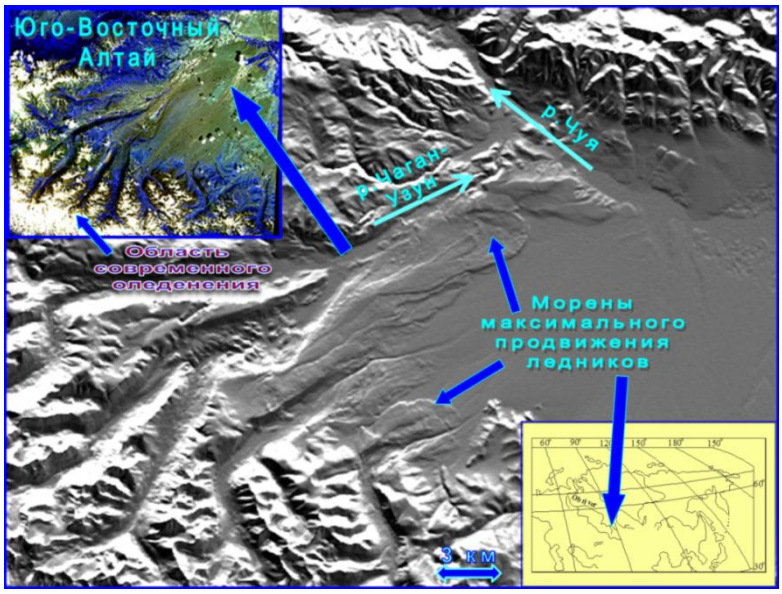

Рис. 2. Расположение гляциальных образований в вервьях р. Чуи (Алтай) на космических снимках разного масштаба

И в-четвертых, в среднем течении р. Чаган-Узун (см. рис 2), где она разветвляется р. Талдуру (левый водоток) и р. Чаган (правый водоток), располагаются разрезы отложений позднего кайнозоя, которые тоже являются одними из самых представительных в Сибири. В том числе

демонстрируя в широком диапазоне ход ледниковых и межледниковых событий плейстоцена. Здесь вскрывается 300-м толща осадков, нижняя часть которой приходится на третичные отложения, а верхнюю составляют чередующиеся ледниковые, ледниково-речные и ледниково-озерные осадочные комплексы, отражающие соответствующую ритмику сменяющих друг друга четвертичных термохронов и криохронов [*Шейнкман, 2002*].

После происшедшего в 2003 г. землетрясения с магнитудой свыше 9 баллов, эпицентр которого находился в районе отмеченных разрезов, долгое время считалось, что представленные в них осадочные толщи были нарушены и потеряли свою репрезентативность. Это была одна из основных причин, что в литературе новых их описаний после землетрясения не приводилось. Обследование разрезов Чаганского комплекса во время наших исследований в 2013 г. и сравнение с имевшимися в нашем распоряжении прежними данными [*Шейнкман, 2002*] показало, что часть составляющих разрезы блоков осадочных пород действительно осыпалась, но основные толщи остались ненарушенными и по-прежнему позволяют надежно интерпретировать связанные с их отложением события (рис. 3).

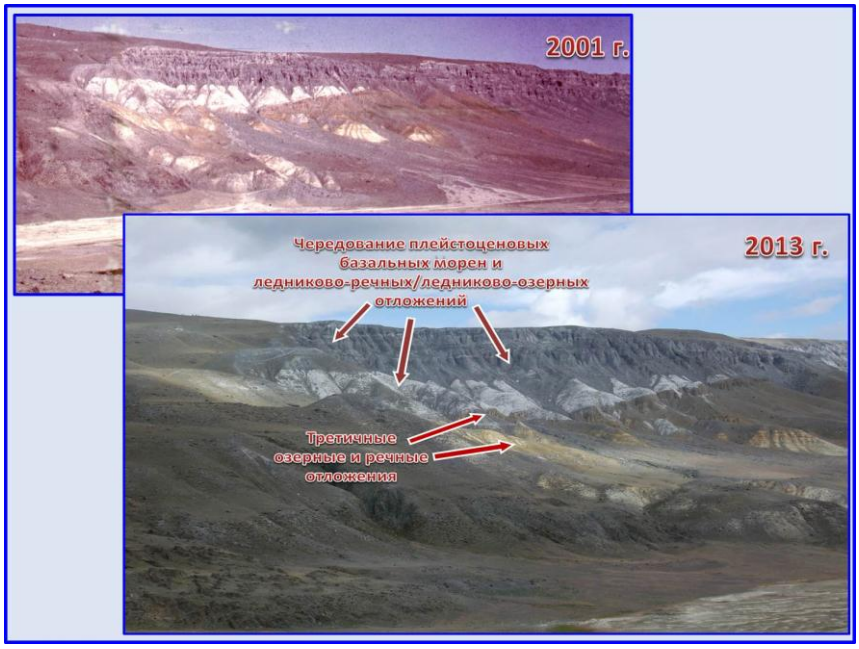

Рис. 3. 300-м толща отложений позднего кайнозоя в среднем течении р. Чаган-Узун (верховья р. Чуи, Алтай) до землетрясения 2003 г. и в настоящее время. Фото из архива В.С. Шейнкмана

Во время полевых работ, проведенных в отчетный период, были обследованы все основные составляющие образований ледникового комплекса долины р. Чаган-Узун на всем ее протяжении от современных ледников до морен максимального продвижения четвертичного ледника. Проведенными исследованиями было вновь подтверждено, что даже в самых высоких горах Сибири ледники в квартере были приурочены лишь к своим трогам. Спустившись к крупным межгорным депрессиям, они не заполняли их, а останавливались в приустьевой части трогов, где распластывались ледяными полями ледников подножий, что хорошо видно на космо- и аэрофотоснимках (см. рис 2).

В целом следы древних ледников свидетельствуют, что потоки льда во время четвертичных криохронов хотя и увеличивались значительно в размерах по сравнению с современными ледниками, но их длина исчислялась только десятками километров, лишь изредка превышая 100 км. Этого было достаточно, чтобы сформировать крупное оледенение горно-долинного типа, ноне более.

4.2. Исследования на Севере Западной Сибири

Объекты исследования в данном регионе в отчетный период были представлены ледниками Полярного Урала и комплексами форм рельефа и отложений в его предгорьях и вдоль правобережья Средней Оби. Рассматриваемый регион хоть и является зоной активного освоения, остается крайне труднодоступным. Тем не мене, на ключевых участках было изучено строение различных, оставленных ледниками и сопутствующими им процессами толщ осадочных пород, которые были идентифицированы и связаны с протеканием соответствующих событий четвертичного времени. Причем учитывалась совокупная деятельность различных геологических процессов – оледенения, саморазвития речной системы в долине р. Оби, тектоники, трансгрессий и регрессий моря со стороны Северного ледовитого океана и др.

Современные ледники Урала невелики. Они лежат в его северной части примерно на 1000 м ниже климатической снеговой линии – на склонах гор, лишь изредка превышающих 1800 м (чаще не поднимающихся выше 1500 м), и порой спускаются до отметок 400-500 м (рис. 4). Даже в условиях текущего термохрона большая часть ледников охлаждена существенно ниже 0ºС, и все они лежат в области криолитозоны. Питаются ледники за счет сдувания с окружающих склонов снега и накопленного ими холода, реализуемого на формирование наложенного льда; климатическая снеговая линия лежит примерно на 1 км выше их [*Троицкий и др., 1966; Иванов, 2012*],

Рис. 4. Ледник Романтиков в массиве Рай-Из, Полярный Урал, июль 2012 г. Фото из архива В.С. Шейнкмана

Здесь в верховьях рек четко просматриваются обработанные ледниками долины, а в предгорной части располагаются обширные поля каменно-набросного материала, принесенного с гор древними ледниками (рис. 5), и, как и в рассмотренных выше межгорных котловинах Алтая, ясно выражены комплексы конечно-моренных форм, фиксирующие расположение бывших ледяных полей ледников подножий. Следы последних выклиниваются, не достигая долины р. Оби, но, тем не менее, располагаются в определенной близости от нее, обусловливая возможность их перенесения к ней иными процессами. В работе [*Mangerud et al., 2008*] возраст отложенных здесь морен древнего ледника установлен как позднеплейстоценовый – он получен при их непосредственном датировании методом ^{10}Be (рис. 6-II). Также в работе [*Mangerud et al., 2008*] хорошо обоснован факт расположения следов,

оставленных древними потоками льда, недалеко от современных ледников Полярного Урала (рис. 6-I).

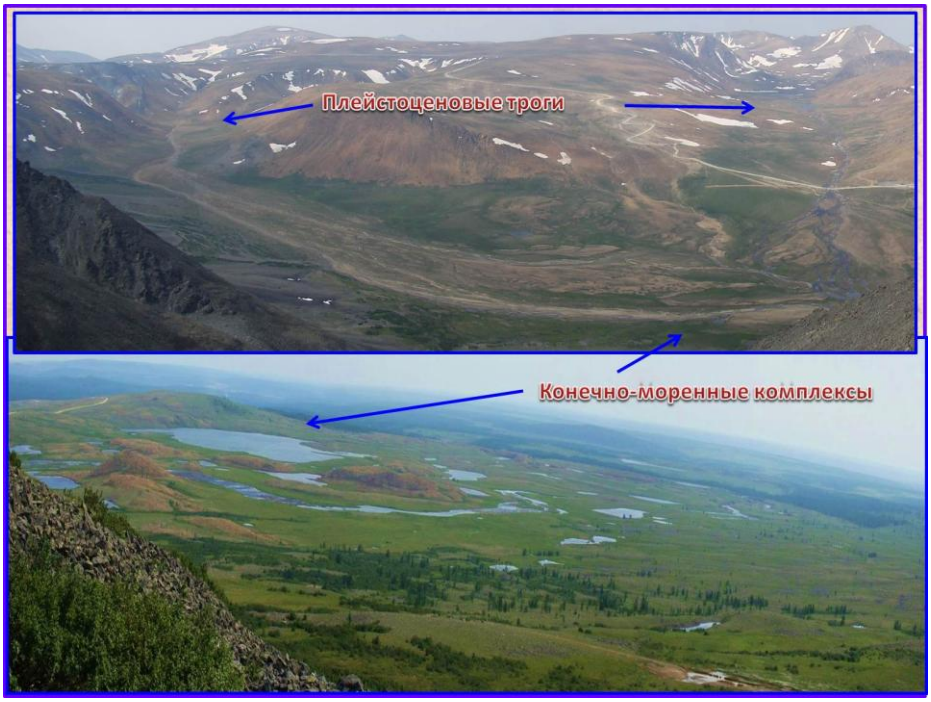

Рис. 5. Долины, обработанные древними ледниками (верхний снимок), и поля морен, оставленные ими в предгорной зоне Приполярного Урала. Август, 2012 г. Фото из архива В.С. Шейнкмана

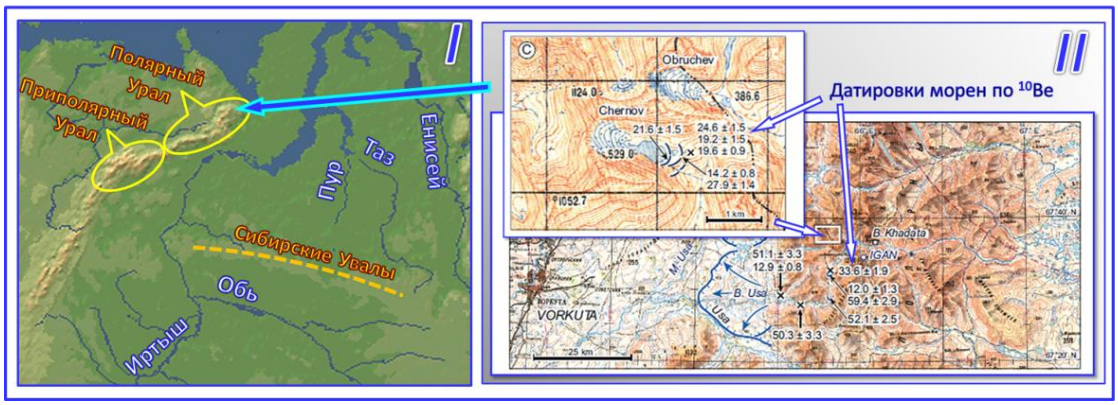

Рис. 6. Расположение древних морен Полярного Урала с данными их датирования по ^{10}Be по [*Mangerud et al., 2008*]

В предгорьях Урала начинает просматриваться и сооружение Сибирских Увалов – образование, обсуждаемое различными исследователями уже много лет. Морфологически это гигантская, но невысокая гряда с максимальными отметками менее 300 м. Она вытянута в субширотном направлении широкой, около 300 км в ширину, полосой несколько ниже впадения в Обь Иртыша, и,

начинаясь в предгорьях Урала, протягивается до Среднесибирского плоскогорья, составляя в длину около 1500 км (рис. 7).

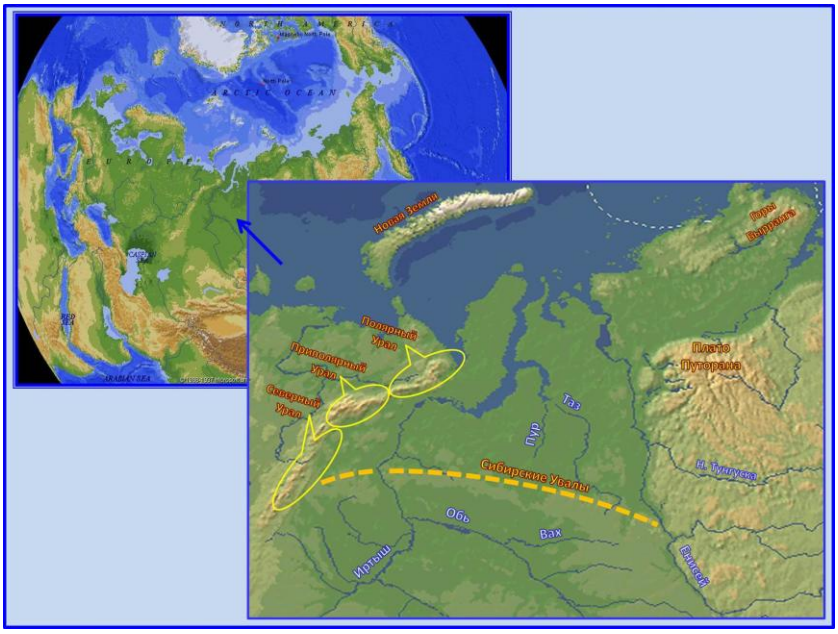

Рис. 7. Местоположение Сибирских Увалов на севере Западной Сибири

Форма в виде гряды и наличие в составе слагающих Сибирские Увалы отложений эрратических валунов при интерпретации данных вызывают острые дискуссии. Для сторонников материкового оледенения Сибири это основание для выводов, что Сибирские Увалы являются мореной былого ледникового щита, занимавшего север Западносибирской равнины и продвигавшимся сюда со стороны Арктики и окружающих равнину горных сооружений [*Земцов, 1976*; *Астахов, 2009*]. В то же время другие исследователи [*Кузин, 2005, 2013*] это мнение оспаривают, и формирование древних ледников на Севере Западной Сибири отрицают.

При врезании в тело Сибирских Увалов речной системы р. Оби образуется система террас. Их обследование показало, что эрратический каменный материал, который исходно может считаться как имеющий ледниковое происхождение, в теле террас действительно присутствует, поскольку представляет собой типичные для таких отложений слабо окатанные, порой с царапинами и бороздками, обломки горных пород. Но материал этот явно перемыт и перемещен с исходного местоположения.

Основной террасой является 30-35-м терраса, поверхность которой большей частью находится на отметках 120-140 м и простирается на основной территории правобережья Средней Оби. Фрагменты более высоких террас сохранились только непосредственно в Приуралье и вблизи Енисея.

Горные сооружения Сибирского плоскогорья расположены намного дальше от Сибирских Увалов, чем уральские. Поэтому весьма интересными оказались результаты анализа по каменному материалу в составе тела Сибирских Увалов в различных их частях. В рамках исследований по настоящему проекту анализ был выполнен проф. Томского госуниверситета В.П. Парначевым по образцам, отобранным в процессе полевых работ.

В восточной части Сибирских Увалов обломки по составу оказались преимущественно представлены породами базальтового ряда. Принесены они, как показал сделанный проф. В.П. Парначевым анализ, со Среднесибирского плоскогорья, и, как правило, это были долериты. Причем характерно, что каменные обломки были лишь периодически вкраплены в отдельные, лежащие вблизи поверхности слои преимущественно песчаной, слагающей основное тело террасы толщи (рис. 8).

Рис. 8. Валуны преимущественно пород базальтового ряда, вкрапленные в тело речных террас в восточной части Сибирских Увалов.
Долина р. Вах, сентябрь, 2013 г. Фото из архива В.С. Шейнкмана

Среди остальной части рассмотренных террасовых отложений грубообломочного каменного материала вообще не содержится. Характерно, что, будучи вымытым из тела террасы, каменный материал скапливается у их подножия, и здесь из него порой на отмелях образуются фрагменты сплошного тонкого плаща (рис. 9).

Рис. 9. Скопления каменного материала, вымытого из речных террас и перенесенного к их подножию. Восточная часть Сибирских Увалов. Долина р. Вах, сентябрь 2013 г. Фото из архива В.С. Шейнкмана

В центральной части Сибирских Увалов наблюдается похожая картина. Здесь поверхность основной террасы немного снижается – примерно до 110 м, причем для нее не характерны хорошо выраженные врезы речной сети с ясно просматриваемым в обрывах строением слагающей Увалы толщи. Используя проходку шурфов на разных участках террас, удалось выяснить, что их строение и характер отложений и в этой части Сибирских Увалов остаются такими же, как и в восточной части. Терраса по-прежнему была сложена преимущественно песчаными отложениями, и в ее составе вблизи поверхности время от времени встречался грубообломочный каменный материал, вкрапленный в песчаную толщу, в том числе в виде разрозненных валунов (рис. 10). Причем не только средних размеров – некоторые из них

превышали в поперечнике 1 м. Представлен был каменный материал горными породами базальтового ряда: преимущественно долеритами того же состава, что были встречены в восточной части Сибирских Увалов.

Рис. 10. Поверхность и строение центральной части. Сибирских Увалов. Верховья р. Пур, сентябрь, 2013 г., фото из архива В.С. Шейнкмана

Однако в западной, тяготеющей к Уралу части Сибирских Увалов, где они прорезаются долиной р. Оби, ситуация резко меняется. Глубина р. Оби на этом участке составляет 10-15 м. По обоим ее берегам здесь также хорошо просматриваются песчаные обрывы террас примерно 30-35-м высоты, но валунный материал на отмелях у подножия террас уже представляет собой почти сплошной покров. Порой он может тянуться вдоль реки на протяжении нескольких километров, причем обломки имеют совершенно иной, по сравнению с центральной и восточной частью Увалов, состав и становятся весьма крупными, нередко достигая 2-3 м в поперечнике (рис. 11). Как на левом, так и на правом берегу р. Оби валуны в основном представлены породами гранитоидного ряда, принесенными с северных отрогов Урала. Тем не менее, и здесь они были лишь вкраплены в песчаное тело речных террас, и, будучи вымытыми из него, потом скапливаются на отмелях, где формируют отмеченный покров валунных отложений.

Рис. 11. Принесенный с Урала крупнообломочный материал, исходно вкрапленный в тело террас, вымытый из них и перенесенный к их подножию. Долина р. Обь, западная часть Сибирских Увалов, сентябрь, 2013 г. Фото из архива В.С. Шейнкмана

4.3. Обсуждение и интерпретация результатов

В первую очередь коснемся истории формирования самого спорного образования – Сибирских Увалов. Как показали проведенные исследования, оно находится в определенной связи с деятельностью древних ледников, но только опосредствованно. Сибирские Увалы, хотя и имеют форму вытянутой в субширотном направлении гряды, не являются отложенной ледниками мореной [*Шейнкман, Плюснин, 2013*]. Они представляют собой сложно построенную систему Обских террас, образованную в результате тектонического поднятия блока осадочных пород по правобережью Средней Оби по древним, обновлявшимся в плейстоцене разломам.

Если все комплексы форм ледникового рельефа и отложений на юге Западной Сибири, будучи расположены в Горном Алтае, ясно говорят о горно-долинном характере оледенения и сегодня, и в четверичном прошлом, то интерпретация аналогичных образований на севере Западной Сибири

вызывала и вызывает острейшие споры. В течение плейстоцена он находился под воздействием различных процессов. Частично это была деятельность ледников, спускавшихся в предгорья из центров оледенения в горах, обрамляющих Север Западной Сибири, а также – воздействие вытекавших из-под них потоков талых вод. Немаловажная роль была у тектонических процессов, непосредственно с которыми была связано аккумулятивно-эрозионное воздействие Оби. Большое значение также имели трансгрессии моря со стороны Северного ледовитого океана (рис. 12). Причем все это протекало на фоне глубокого многолетнего промерзания горных пород [*Земцов, 1976; Кузин, 2005, 2013; Шполянская и др., 2006; Васильев и др., 2011; Слагода и др., 2012*].

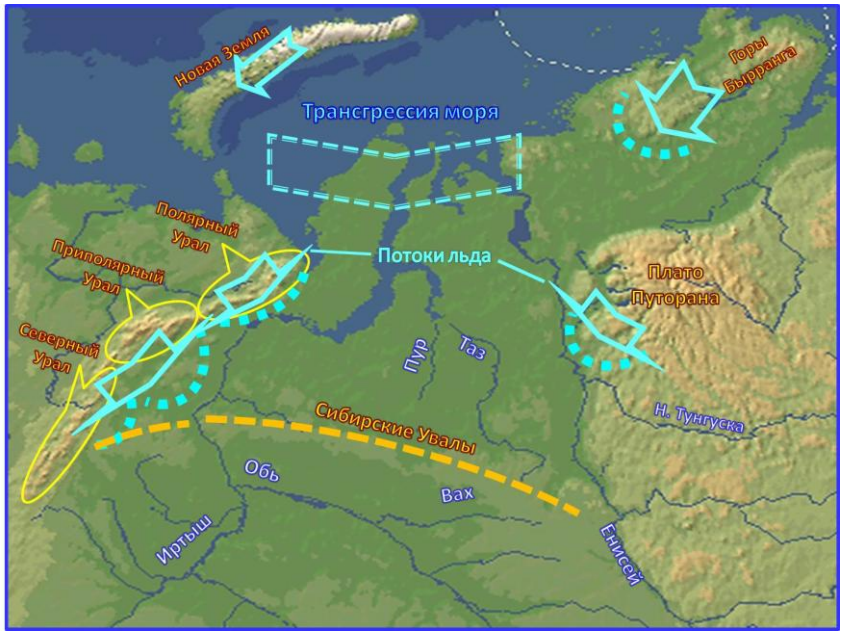

Рис. 12. Направленность воздействия основных экзогенных агентов на Севере Западной Сибири

Изучение различных морен, проведенное на всем протяжении долин от концов современных ледников в северных отрогах Урала до образований максимального продвижения древних потоков льда, показало, что оледенение и в данной части горного обрамления Западной Сибири морфологически было преимущественно горно-долинным. Лишь в максимум своего развития ледники, формируемые в области криолитозоны и в обстановке развитой криоаридизации обстановок [*Sheinkman, 2011*], могли

выходить в предгорья, но, будучи в этих условиях не в силах продвинуться далеко от устьев трогов, окаймляли их ледяными полями ледников подножий гор (см. рис. 12).

Проведенное изучение каменного материала, отобранного в западной части Сибирских Увалов ясно демонстрирует, что он принесен с севера Урала, а в центральной и восточной – с севера Среднесибирского плоскогорья, преимущественно с плато Путорана и частично с гор Таймыра. Тогда как в строении осадков на низменности к северу от Сибирских Увалов отражен лишь ход криогенеза и саморазвитие текущих здесь рек, менявших свой режим под влиянием тектонических процессов и морских трансгрессий со стороны Северного ледовитого океана [*Земцов, 1976; Кузин, 2005, 2013; Шполянская и др., 2006; Васильев и др., 2011*].

Ледниковые покровы в горном обрамлении Севера Западной Сибири с позиций криологии Земли [*Шейнкман, 2010, 2012*] в квартере реальны. Но в отличие от покровных ледников на севере Западной Европы, они были локальными, и их воздействие было весьма ограничено – его масштаб показан на рис. 12. Потоки льда с севера Урала в большей степени оказывали влияние на его европейском склоне и прилегающей равнине, а на азиатском склоне были приурочены к предгорьям и максимально могли спуститься только сюда. Тем не менее, их отложения оказались в непосредственной близости от Сибирских Увалов, куда их впоследствии мог переместить характерный для сибирских рек ледово-речной разнос. Однако ситуация с плато Путорана и горами Таймыра иная. Они находятся на значительно большем, чем Урал, расстоянии от Сибирских Увалов, причем в условиях существенно большей криоаридизации обстановок [*Sheinkman, 2011*]. за геологически короткие криохроны медленно двигающиеся отсюда холодные ледники не могли продвинуться дальше своих предгорий; поток льда даже с плато Путораны вряд ли мог спуститься к Нижней Тунгуске (см. рис. 12).

Можно сделать простейшие расчеты. Существующие сегодня ледники в северных отрогах Урала это азональные снежно-навеянные образования,

расположенные примерно на 1 км ниже климатической снеговой линии (см. рис. 4). То же самое относится к ледникам в горах Таймыра и на плато Путорана. При этом самые высокие вершины в горах, обрамляющих север Западной Сибири, редко, и лишь не намного, превышают 1500-м отметку. Во время похолоданий климата криоаридизация усиливалась, и ледники в рассматриваемых горах становились зонально обусловленными. Допустим, что в данном случае депрессия снеговой границы могла компенсировать современную километровую разницу между климатической и местной, на ледниках, границей питания. Хотя это и крайний случай – тысячеметровое опускание снеговой границы в условиях Сибири это очень большая величина. Тем не менее, даже в этом случае область ледосбора могла бы охватывать только самые высокие вершины рассматриваемых гор и обусловливать оледенение лишь горно-долинного морфологического типа.

Можно сделать еще один простой расчет. Все ледники в Сибири являются долинными, холодными, и даже поверхностные слои у них, в том числе у крупнейших ледников, движутся очень медленно [*Шейнкман, 2008, 2010, 2012*]. На Северо-Востоке Сибири, где длина ледников достигает почти 10 км, скорость перемещения поверхностных слоев у них сегодня составляет лишь несколько метров в год и нигде не превышает 10 м в год. Не намного больше она у самых крупных ледников Сибири, расположенных в Горном Алтае, где скорость их поверхностных слоев увеличивается до примерно 15 м в год, максимум – составляет около 20 м в год [*Каталог…*].

Сделаем еще допущения. Не будем учитывать, что при большем охлаждении горные ледники движутся медленнее. И что при похолодании климата в криохроны они лишь наращивали свою длину, не тормозились у ложа, не стаивали частично в своей краевой части (хотя такое в условиях континентального климата Сибири невозможно) и только продвигались вперед с максимальной, из приведенных выше значений, скоростью. Даже при таких допущениях, очевидно, что продвижение потоков льда будет составлять только около 15-20 км за тысячелетие.

Иными словами, за период типичного для квартера 20-тысячелетнего климатического цикла в основное время криохронов (значительная часть цикла приходится и на термохрон) потоки льда с Урала могли еще оказаться в относительной близости Сибирских Увалов. Хотя сам каменный материал к ним ледниками никак не мог быть перемещен. Будучи переотложенным, в теле Увалов он перемыт, и может быть следствием ледово-речного переноса, типичного для сибирских ряд. Примером может быть р. Томь. Это сравнительно небольшая река, но ее берегам даже вблизи устья часто встречаются крупные обломки горных пород, перенесенные, в результате ледово-речного переноса, с Кузнецкого Алатау – за сотни километров от источников выхода этих пород.

Тем более не мог быть перенесен к Сибирским Увалам самими ледниками каменный материал, встречаемый в центральной и восточной части Сибирских Увалов, которые от центров ледосбора в горах Путораны и Таймыра находятся на кратно большем, чем от Урала, расстоянии. Этот материал не образует сплошного покрова и лишь вкраплен в песчаные отложения речных террас. Объяснить его присутствие можно только результатом айсбергового разноса обломков морены, перемещенных таким образом с периферии ледников Путораны и Таймыра. Однако происходить такой разнос мог только во время трансгрессии моря со стороны Северного ледовитого океана, если его зеркало поднималось бы до предгорий. Следовательно, трансгрессия моря и максимальное наступление ледников должны были происходить одновременно, что, казалось бы, противоречит стандартной схеме протекания ледниковых процессов, согласно которой ледники во время криохронов изымают воду из океана и консервируют ее. Океан в этот период отступает, а в термохроны ледники тают и возвращают воду в океан, обеспечивая подъем его. В общем случае это так и происходит, но север Западной Сибири составляет исключение.

Попробуем дать объяснение этому феномену. Сибирские Увалы это, безусловно, сооружение, представляющее собой систему речных террас.

Морфологически они образуют гряду широтного простирания ввиду тектонического поднятия крупного блока земной коры на правобережье Средней Оби по системе древних, но обновленных в квартере разломов, которые ясно фиксируются специальными исследованиями [*Кузин, 2002, 2005, 2013*]. Поднятие большей части тела террасы, имеющей поверхность на отметках в среднем 120 м, произошло в позднем плейстоцене, о чем говорят полученные в процессе исследований радиоуглеродные датировки по палеопочвам в теле террасы в восточной части Сибирских Увалов (рис. 13).

Рис. 13. Палеопочвы в теле образующих Сибирские Увалы речных террас. Долина р. Вах, сентябрь 2013 г. Фото из архива В.С. Шейнкмана

Палеопочвы, как показал их анализ, относятся к типу гидроморфных почв, и их материал хорошо датируется радиоуглеродным методом. В верхней части разреза террасы полученный радиоуглеродным методом калиброванный возраст палеопочвы составлял 23,7-25,8 тыс. лет (СО АН 7550), а в нижней – >40 тыс. лет (СО АН 7551, СО АН 7552). Наличие палеопочв и датировки по ним также говорят о том, что отложения вблизи поверхности террасы формировались в разгар сартанского криохрона, а в ее основании – как минимум в зырянское время, и никакие ледники в это время сюда не продвигались. Однако известный мерзлотовед В.Н. Балобаев [*2005*],

обнаружив на севере Западной Сибири явление аггрдации ММП, постулировал его объяснение существованием в прошлом ледникового щита, с уходом которого снималось теплоизоляционное воздействие льда. Нелогичность этого постулата раскрывается просто: лед теплоизолятором не является. Его теплопроводность довольно высока – 2,2-2,4 Вт/(м*К), т.е. она в тех же пределах, что и у скальных пород. Та часть ледникового щита, что должна была лежать на равнине, относилась бы к зоне абляции – его обнаженной от снега области, и не могла быть теплоизолятором. Роль теплоизолятора могли выполнять иные, реальные здесь образования – снежно-фирновые поля [*Большиянов, 2006*].

Что касается одновременности трансгрессий моря и периодов криохронов, это явление, конечно, парадоксально, поскольку во время похолоданий климата ледники изымают из океана часть воды, консервируя ее. Однако Северный ледовитый океан – океан молодой, раскрывающийся, его пересекают срединно-океанические хребты (рис. 14).

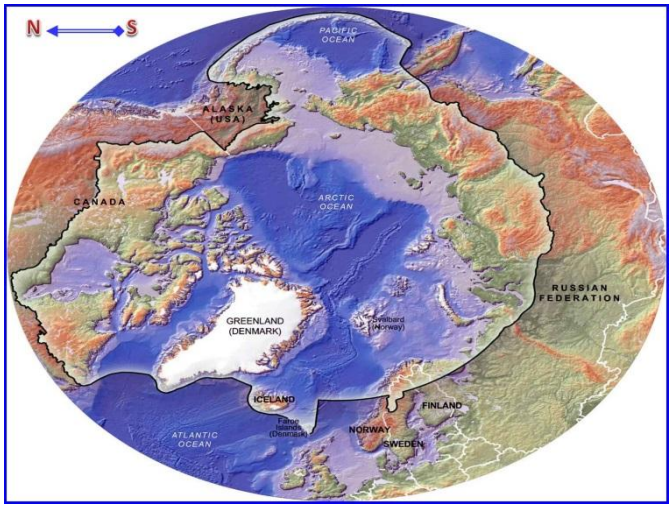

Рис.14. Карта дна Северного ледовитого океана и его побережья (http://dic.academic.ru/pictures/enc_colier/arcocean.jpg)

Вполне возможно, что именно здесь тектонические процессы спровоцировали наклон северной части Западносибирской плиты с юга на север, что повлекло за собой затопление морем ее северной части и поднятие блока земной коры на правобережье Средней Оби.

4.4. Заключение

От закладывания формата оледенения в основу моделей развития природы зависит их содержание и прогностическая направленность. Сегодня мнения о формате оледенения в Сибири в прошлом, от которого берется отсчет при проведении палеогеографических реконструкций, в имеющихся моделях существенно отличаются и, нередко, полярно. От моделей в формате покровного оледенения до построений с полным отрицанием самой возможности развития ледников – с аргументацией об ошибочном принятии за их следы образований, сформированных иными процессами.

Ледники для обстановок, в которых они находятся – чуткий индикатор баланса тепла и влаги, и раскрытие их ритмики сегодня крайне актуально, поскольку от получаемых результатов зависит надежность анализа тенденций текущего потепления климата – важнейшего фактора изменений окружающей среды. В Сибири проводить моделирование подобных процессов правомерно только с учетом того, что здесь оледенение всегда формировалось в условиях криолитозоны и развитой криоаридизации, ввиду чего приобретало особую специфику. В течение всего квартера оно тяготело к горно-ледниковым центрам, и нигде не было покровным, лишь в приустьевой части трогов формировались ледяные поля ледников подножий.

На севере Западной Сибири формирование криолитозоны, оледенение и морские трансгрессии не отрицают, а дополняют друг друга в единой картине развития природы. Ледники здесь также, формируясь, и сегодня, и в прошлом в области криолитозоны, были закономерно приурочены к центрам оледенения в горах, и в квартере главным фактором их разрастания было похолодание климата, больший переход на ледяное питание и сокращение абляции.

Использованная литература

Астахов В.И. Средний и поздний неоплейстоцен ледниковой зоны западной Сибири: проблемы стратиграфии и палеогеографии // Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода, № 69, 2009, с. 8-24

Балобаев В.Т. Новые аспекты в теории формирования ледового комплекса арктических низменностей // Материалы III конф. геокриологов России. Т. 1. М., МГУ, 2005, с. 138-145.

Большиянов Д.Ю. Пассивное оледенение Арктики и Антарктики. С-Пб, 2006, 286 с.

Васильев А.А., Стрелецкая И.Д., Широков Р.С., Облогов Г.Е. Эволюция криолитозоны прибрежно-морской области Западного Ямала при изменении климата // *Криосфера Земли,* 2011, т. XV, № 2, с. 56–64

Величко А.А. К вопросу о последовательности и принципиальной структуре климатических ритмов плейстоцена // Вопросы палеогеографии плейстоцена ледниковых и перигляциальных областей. М., Наука, 1981, с. 220-246.

Земцов А.А. Геоморфология Западно-Сибирской равнины (северная и центральная часть). Томск, 1976, ТГУ, 344 с.

Иванов М.Н. Эволюция оледенения Полярного Урала за последнее тысячелетие. Автореферат канд дисс. Москва, МГУ, 2012, 25 с.

Каталог ледников СССР. Л., Гидрометеоиздат, 1966-1981.

Кузин И.Л. Новейшая тектоника территории Ханты-Мансийского автономного округа. С-Пб., Издательство Санкт-Петербургской картографической фабрики ВСЕГЕИ, 2002, 86 с.

Кузин И.Л. Геоморфология Западно-Сибирской равнины. С-Пб, Государственная полярная академия, 2005,176 с.

Кузин И.Л. Мифы и реалии учения о материковых оледенениях. С-Пб., Издательство СЗНИИ “Наследие”, 2013. 178 с.

Писарев А.Д., Шейнкман В.С. Развитие термолюминесцентного метода определения абсолютного возраста четвертичных отложений по содержащемуся в них кварцу // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Материалы IV международной конференции, Томск, ТПУ, с. 404-407.

Сакс В.Н. 1953. Четвертичный период в Советской Арктике. М.-Л., Гидрометеоиздат, 627 с.

Троицкий Л.С., Ходаков В.Г. и др. Оледенение Урала. М., Наука, 1966, 306 с.

Слагода Е.А.,. Опокина О.Л, Рогов В.В., Курчатова А.Н. Строение и генезис подземных льдов в верхненеоплейстоценголоценовых отложениях мыса Марре-Сале (Западный Ямал) // Криосфера земли, 2012, том XVI, № 2, с. 9-22

Шейнкман В.С. Методы и технологии абсолютного датирования четвертичных образований. Новосибирск, Академическое издательство "Гео", 2013, 83 с.

Шейнкман В.С. Оледенение Сибири с позиций криологии Земли // Труды Десятой Международной конференции по мерзлотоведению. Том 3. Тюмень, 2012, с. 579-584.

Шейнкман В.С. Оледенение гор Сибири: взаимодействие ледников и криогенных льдов // *Лед и снег*, М., Наука, 2010, № 4 (112), с. 101-110.

Шейнкман В.С. Четвертичное оледенение в горах Сибири как результат взаимодействия гляциальных и мерзлотных процессов // Материалы гляциологических исследований, № 105, 2008, с. 51-72.

Шейнкман В.С. Возрастная диагностика ледниковых отложений Горного Алтая, тестирование результатов датирования на разрезах Мертвого моря и палеогляциологическая интерпретация полученных данных // *Материалы гляциологических исследований,* 2002, № 93. М., с. 17-25.

Шейнкман В.С., Мельников В.П. Ледники Сибири как компонент криолитогенно-гляциальных геосистем // *Криосфера Земли*, 2014, т. XVIII, № 2, с. 3–23

Шейнкман В.С., Мельников В.П. Датирование мерзлых толщ: суть, актуальность и реальность использования новых технологий // *Криосфера Земли,* № 4, 2011, с. 114-119.

Шейнкман В.С**.,** Плюснин В.М. Оледенение Западной Сибири в сибирской системе природных льдов // *География и природные ресурсы*, 2014, №3, с.22-31.

Шполянская Н.А., Стрелецкая И.Д., Сурков А.В. Криолитогенез в пределах арктического шельфа (современного и древнего) // Криосфера Земли, 2006, № 3, с. 49–60

Mangerud J., Gosseb J., Matiouchkov F., Dolvika T. Glaciers in the Polar Urals, Russia, were not much larger during the Last Global Glacial Maximum than today // *Quaternary Science Reviews*, 27, 2008, pp. 1047–1057.

Sheinkman V. S. Quaternary Glaciations – Extent and chronology. Chapter: Glaciation in the High Mountains of Siberia. Amsterdam, Elsevier. 2011, pp. 883-907.

Главные выводы и наиболее важные результаты

В результате проведенных исследований были получены следующие результаты:

1. Выявлены закономерности и специфика развития современных ледников в горном обрамлении Западной Сибири, и, на этой основе разработаны принципы взаимодействия оледенения с мерзлыми толщами на прилегающей к ледникам территории.

2. Установлены, с позиций криологии Земли, причины и возможности разрастания ледников Западной Сибири в квартере и определен объем их взаимодействия с мерзлыми толщами на разных этапах древнего оледенения.

3. Изучены следы ледников на участках их спуска из ледниковых центров в горном обрамлении севера Западной Сибири в предгорья, оценен их характер и реальность, в условиях фонового многолетнего промерзания горных пород, продвижения к долине Средней Оби.

4. Выяснен масштаб влияния тектонических событий на ход формирования рельефа и отложений на правобережье Средней Оби, выявлены особенности появления в ее отложениях грубообломочного каменного материала и установлен его генезис.

5. Определен характер и специфика сосуществования ледников региона и морского бассейна к северу от долины Средней Оби, расширявшегося во время трансгрессии Северного ледовитого океана.

В целом, получены и обобщены принципиально новые данные, которые позволили надежно обосновать концепцию повсеместно ограниченного горного, формирующегося в области криолитозоны в

условиях развитой криоаридизации и взаимодействующего с мерзлыми толщами оледенения Западной Сибири. Выявлены неоспоримые факты, что принимавшиеся некоторыми исследователями за следы материкового оледенения крупные грядовые формы за пределами предгорий в Западной Сибири не являются мореной, а созданы в результате взаимодействия неотектонических процессов и морских трансгрессий в арктическом бассейне в конце плейстоцена. В единой картине развития природы Западной Сибири формирование криолитозоны, оледенение и морские трансгрессии не отрицают, а дополняют друг друга. Ледники здесь, формируясь, и сегодня, и в прошлом в области криолитозоны, закономерно приурочены к центрам оледенения в горах, и главным фактором их разрастания было похолодание климата, сокращение абляции и переход в большей степени на ледяное питание.

Публикации по проекту за отчетный период

Монографии

Шейнкман В.С. Методы и технологии абсолютного датирования четвертичных образований. Новосибирск, Академическое издательство "Гео", **2013**, 83 с.

Главы в монографиях

Шейнкман В.С. Проблема абсолютного датирования четвертичных образований // Палеопочвы, природная среда и методы их диагностики. Ответственные редакторы Г.В. Добровольский, М.И. Дергачева; Институт почвоведения и агрохимии СО РАН; Институт водных и экологических проблем СО РАН; Томский государственный университет. Новосибирск: ЗАО «ОФСЕТ», **2012**, с. 121-134

Статьи в рецензируемых журналах

Шейнкман В.С., Мельников В.П. Ледники Сибири как компонент криолитогенно-гляциальных геосистем // *Криосфера Земли*, **2014**, т. XVIII, № 2, с. 3–23

Шейнкман В.С., Плюснин В.М. Оледенение Западной Сибири в сибирской системе природных льдов // *География и природные ресурсы*, **2014**, №3, с.22-31. (В англоязычном варианте: **V.S. Sheinkman,** V.M. Plyusnin Glaciation of Western Siberia in the Siberian system of natural ice // *Geography and Natural Resources*. Volume 35, Issue 3, July **2014**, pp. 213-221)

Шейнкман В.С., Плюснин В.М. Оледенение севера Западной Сибири: спорные вопросы и пути их решения **//** ***Лед и снег,*** **2014,** № 4 (128), с.

Шейнкман В.С. Проблема абсолютного датирования четвертичных геоморфологических комплексов Сибири // *География и природные ресурсы***,** **2013,** № 4 с. 18–27.

Мельников В.П., Спектор В.Б., **Шейнкман В.С**. и др. Экспериментальное исследование изотопного состава ледников хребта Сунтар-Хаята // *Криосфера Земли***, 2013**, т. XVII, № 4, с. 63–73 .

Плюснин В.М., Китов А.Д., Иванов Е.Н., **Шейнкман В.С.** Особенности формирования и динамики нивально-гляциальных геосистем на юге Восточной Сибири и в Монгольском Алтае // *География и природные ресурсы*, **2013**, № 1, с. 5-18.

Sheinkman V.S. Specificity in development of glaciation in the high mountains of Siberia – an ecological aspect // *Вестник Томского государственного университета*. Биология. Томск, **2012**, № 2 (18), с.210-231.

Статьи в научно-популярных изданиях

Шейнкман В.С. Холод как предмет изучения наук о Земле и фактор, контролирующий проявления криоразнообразия // Холодок, **2014,** № 1 (11) , с. 44-55.

Шейнкман В.С. О ледниках Алтая, где снег никогда не тает, о горном хребте Кодаре, текущей с него реке Чаре, и о том, как студенты практику воспринимают // Холодок, **2013**,с. 46-51

Шейнкман В.С. Особенности развития оледенения в горах Сибири в условиях его расположения в области криолитозоны – взгляд с позиций Криологии Земли // Холодок, **2012**, № 1(9), с. 18-33.

Статьи в сборниках статей

Sheinkman V.S., Melnikov V.P. Glaciation in Siberia as a specific component of cryolithozone and a manifestation of cryodiversity **//** EUCOP4 - Book of Abstracts, 4th European Conference on Permafrost 18-21 June 2014, Évora. Eds. Portugal Gonçalo Vieira, Pedro Pina, Carla Mora and António Correia. Published by the University of Lisbon and the University of Évora, **201**4, pp.48.

Sheinkman V.S., Melnikov V.P. To experience of education in the field of permafrost in Siberia **//** EUCOP4 - Book of Abstracts, 4th European Conference on Permafrost 18-21 June 2014, Évora. Eds. Portugal Gonçalo Vieira, Pedro Pina, Carla Mora and António Correia. Published by the University of Lisbon and the University of Évora, **2014**, pp.33.

Sedov S., Terhorst B., Sycheva S., Rusakov A., **Sheinkman** V. MIS3 paleosols from ice margins to Eurasian loess belt: polygenesis, toposequences, zonality **//** XIII International Symposium and Field Workshop on Paleopedology. Abstracts, pp. 7.

Sheinkman V., Sedov S., Korkin S., Korkina E. The first findings of the MIS3 paleosols in the Middle Ob' basin, Western Siberia // XIII International Symposium and Field Workshop on Paleopedology. Abstracts, pp. 12.

Шейнкман В.С. **Геосистема "снег-ледники-криолитозона" в свете ее реакции в Сибири** на колебания климата и прогноза изменений на ближайшие столетия // Экология северных территорий. Новосибирск, **2013**, с. 153-160.

Sheinkman V.S. Glaciation in the Permafrost area of Siberia as Displaying of Cryodiversity // International Conference *''Earth Cryology: XXI Century"*, Pushchino-**2013**, pp. 109-110.

Шейнкман В.С., Писарев А.Д**.** Пути решения проблемы абсолютного датирования четвертичных отложений // Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований, Сборник статей, Ростов-на-Дону, издательство ЮНЦ РАН, **2013**, с. 693-695.

Шейнкман В.С., Плюснин В.М. Четвертичное оледенение Сибири и особенности его формирования в условиях криолитозоны // Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований, Сборник статей, Ростов-на-Дону, издательство ЮНЦ РАН, **2013**, с. 696-698.

Писарев А.Д., **Шейнкман В.С.** Развитие термолюминесцентного метода определения абсолютного возраста четвертичных отложений по содержащемуся в них кварцу // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Материалы IV международной конференции, Томск, ТПУ**, 2013**, с. 404-407.

Шейнкман В.С. Абсолютное датирование четвертичных отложений современное состояние и перспективы // Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода. **2012**, № 71. М., Геос, с. 5-46.

Sheinkman V.S. Glaciation of Siberia as viewed from the position of Earth cryology: glaciers as a component of Cryolithozone // Proceedings of the Tenth International conference on Permafrost. The Northern Publisher, Salekhard. **2012**, p. 389-394.

Шейнкман В.С. Оледенение Сибири с позиций криологии Земли // Труды Десятой Международной конференции по мерзлотоведению. Том 3. Тюмень, **2012**, с. 579-584.

Плюснин В.М., Иванов Е.Н., Китов А.Д., **Шейнкман В.С.** Динамика оледенения гор юга Восточной Сибири и Монголии // Материалы Международной конференции «Региональный отклик окружающей среды на глобальные изменения в Северо-восточной и Центральной Азии». Иркутск, **2012**, с.

Шейнкман В.С. Отклик криогляциальных геосистем горного обрамления Сибири на текущее потепление климата и прогноз его изменений на ближайшие столетия // Материалы Международной конференции «Региональный отклик окружающей среды на глобальные изменения в Северо-восточной и Центральной Азии». Иркутск, **2012**, с.