

УДК 551.34 + 551.24

АНАЛИЗ КРИОГЕННЫХ И ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В ПЛЕЙСТОЦЕНЕ С ПОЗИЦИЙ КРИОГЕТЕРОТОПИИ

© 2020 г. В. С. Шейнкман^{1,2,3,*}, академик РАН В. П. Мельников^{1,2,3}, В. П. Парначев⁴

Поступило 16.06.2020 г.

После доработки 17.06.2020 г.

Принято к публикации 18.06.2020 г.

Представлены материалы, характеризующие развитие плейстоценовых обстановок на севере Западной Сибири. Их изучение проведено с позиций научного направления криогетеротопии, в основе которого лежит анализ типичности, атипичности и утопичности местоположения объектов в пространстве, объединяемом криогенной системой. Освещен опыт применения разработанного подхода для анализа причин противоречий о строении четвертичного комплекса и динамике в плейстоцене земной коры в регионе, а также для разрешения этих противоречий. На этой основе показаны характерные черты развития рассматриваемой территории.

Ключевые слова: криогенные системы и их анализ, ход криогенеза, плейстоцен, тектоника, север Западной Сибири

DOI: 10.31857/S2686739720090169

Появление большого количества противоречивых данных о строении четвертичного комплекса и динамике в плейстоцене земной коры в Арктике и Субарктике требует применения новых методологических подходов. Опыт их использования авторами уже дал положительный результат [1], и в развитие его в данном сообщении представлены материалы исследования ряда плейстоценовых обстановок на севере Западной Сибири с позиций криогетеротопии. В основе этого научного направления лежит анализ типичности, атипичности и утопичности местоположения объектов, объединяемых криогенной системой, в определенном пространстве, а базируется подход на общенаучных разработках М. Фуко [2] и семантике термина. По-гречески *гетерос* (ἕτερος), *топос* (τόπος) и *у* (οὐ) соответственно означает *иной*, *место* и отрицание *не*. Будучи использованы

ранее для фиксации атипичного положения элементов биосистем, значения этих слов в подходе М. Фуко [2] приобрели более широкое звучание. Структурируя пространство и выделяя в нем объекты систем и надсистем, он постулировал гетеротопию как явление и способ анализа объектов в реальном пространстве, в отличие от утопии — когда объекты условно помещаются в нереальное, якобы существующее пространство. Добавив к термину символ холодного мира — префикс *крио*, — и определив криогетеротопию как явление и способ изучения типичных и атипичных, для криогенных геосистем, объектов, а также — анализа вероятности их утопичности, авторы применили подход для обоснования закономерности местоположения элементов этих геосистем в определенном криогенном пространстве.

В целом объекты в криогенном пространстве занимают положение, обоснование которого в разных схемах нередко вызывает острую дискуссию, и их анализ с позиций криогетеротопии позволил авторам, уточнив ход криогенеза, разрешить ряд противоречий. В одних имевшихся схемах криогенные объекты были ими определены как помещенные в нереальное для условий Западной Сибири пространство — тогда делался вывод об утопичности (по [2]) подобного размещения. В других же случаях изучение типичности и атипичности объектов позволило выявить наиболее вероятный ход криогенеза, что крайне важно для его прогноза. Дадим анализ ряда этих ситуа-

¹Институт криосферы Земли, Федеральный Исследовательский Центр Тюменский Научного Центра Сибирского отделения Российской академии наук, Тюмень, Россия

²Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

³Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия

⁴Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

*E-mail: vlad.sheinkman@mail.ru

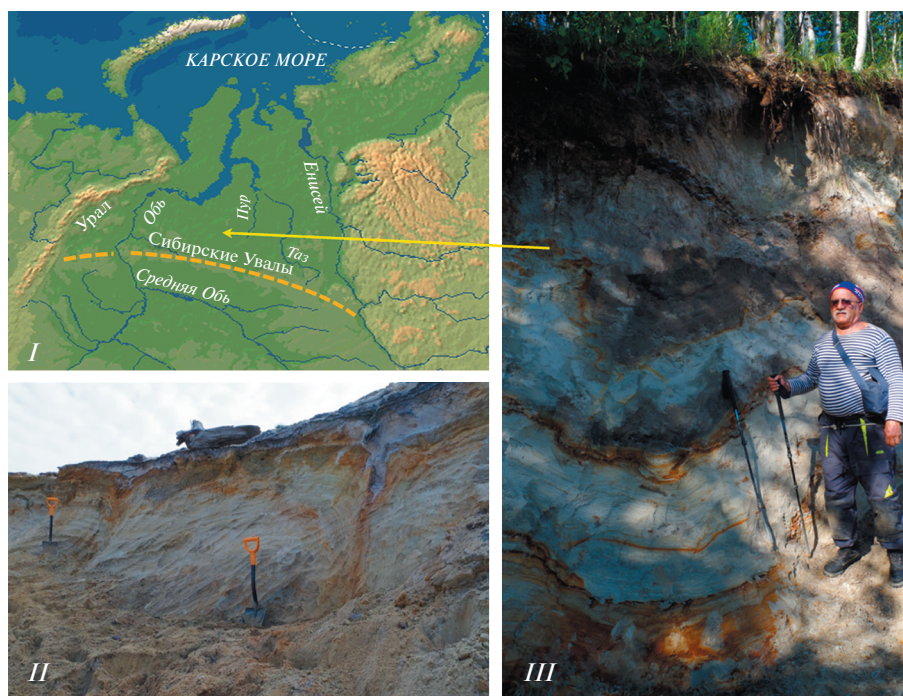


Рис. 1. Район исследований (I) и следы бывшего глубокого промерзания горных пород (II, III) в его пределах. Пояснения в тексте. Фото из архива В.С. Шейнкмана.

ций, опираясь на наши исследования на севере Западной Сибири.

Долгое время для данной территории применялась модель развития устойчивой платформы, перекрываемой в криохроны ледниками [3], и с их нагрузкой на земную кору связывали проявления тектоники. В основе этой модели лежит то, что Сибирские Увалы (гряда к северу от Средней Оби, рис. 1-I) по аналогии с внешне похожими формами Русской равнины считались мореной древнего ледника, так как порой в их теле встречаются валуны, хотя кристаллический фундамент лежит здесь глубоко.

Однако с позиций криогетеротопии такая модель абстрагирована от параметров криогенной системы севера Западной Сибири. Исследования авторов выявили здесь на фоне саморазвития речной сети и активной тектоники широкое развитие псевдоморфоз по полигонально-жильному льду (ПЖЛ) — индикатора бывшего глубокого промерзания земной коры (рис. 1-II, 1-III), и то, что осадки квартера представлены в основном песчаным аллювием, в который имеющиеся валуны вкраплены лишь изредка [4, 5]. Большая их часть — это базальтовые породы, перенесенные в результате обычного для рек Сибири ледово-речного разноса захваченных льдинами обломков с правого берега Енисея через невысокий водораздел на его левобережье — при подъеме воды в ледоход. Следовательно, атипичное, т.е. — нетипичное,

местоположение, в пространстве аллювиальной равнины Западной Сибири, валунов при анализе всей криогенной системы показывает и утопичность, с позиций криогетеротопии, помещения в это пространство обстановок с ледниковым щитом. Помимо ранее приведенных авторами фактов [4, 5], это показывают расчеты параметров данной криогенной системы.

Чаще предлагается модель такого ледникового щита, когда (например, в [6]) требуется промерзание до дна прилегающих к региону морей, и чтобы на их замерзшей поверхности выросла толща льда, способного затем надвигаться на континент. Есть много способов расчета промерзания водоемов. Обычно применяются модификации известной задачи Стефана — в виде эмпирических зависимостей [7] толщины льда h от суммы отрицательных температур воздуха $\theta(t)$, функцией которой может рассматриваться и его среднегодовая температура. В итоге строятся аппроксимации в виде соотношения: $h(t) \cong K\sqrt{\theta(t)}$, где $\theta(t)$ — сумма отрицательных температур воздуха, с осреднением за период t , и K — поправочный коэффициент, учитывающий свойства льда при нарастании его до величины h за период t .

Ныне максимально многолетний лед в Арктике нарастает до 3–4 м, осадков там мало, накопление на льду снега идет медленно, он ослабляет промерзание под собой, и, кроме того, прирост снежно-ледовой толщи демпфируется таянием

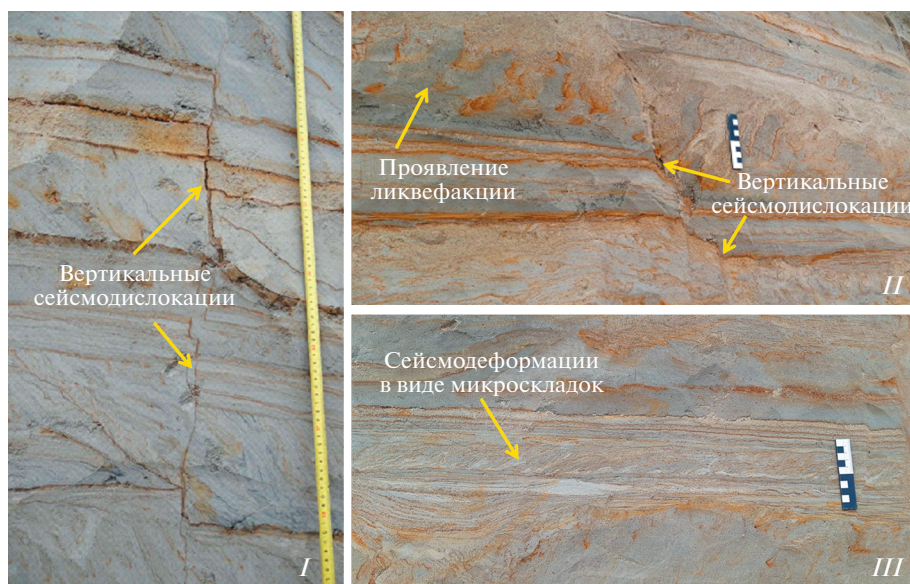


Рис. 2. Сейсмодетформации в позднеплейстоценовом аллювии 20-м Надымской террасы. Пояснения в тексте. Фото из архивов В.С. Шейнкмана и Г.В. Матышака.

снизу. Чтобы лед лег на дно, путь один: промерзание всей водной толщи. Возьмем за основу современность (как типичный термохрон) и учтем, что глубины в Карском море в среднем около 100 м, но порой больше 400 м, а среднегодовая температура воздуха в высоких широтах в криохроны была, по сравнению с современной, лишь вдвое ниже [8]. Очевидно: для наращивания толщины льда h на порядок нужно [7], даже без учета отличий поправочных коэффициентов, увеличить на два порядка величину под радикалом. Пошаговое решение задачи Стефана (проведенное с помощью Я.Б. Горелика) показывает [9]: максимально лед мог за типичный криохрон нарасти здесь лишь до первых десятков метров, а для полного промерзания моря нужен рост суммы отрицательных температур больше, чем ныне, на порядок и более или увеличение, тоже на порядок, временного объема криохронов. Такое сильное охлаждение региона или существование криохронов в сотни тысяч лет, нереально в принципе.

С позиций [2] и криогетеротопии отмеченная модель утопична, и по-иному тогда высвечивается и роль тектоники, что отражено в промерзавших ранее осадках — в них авторами встречено много сейсмодетформаций (рис. 2) в нетипичных, казалось бы, условиях устойчивой, не осложненной ледником, платформы. Об активном поднятии территории говорит здесь свежий врез рек и его итог — высокие (до 15–20 м в среднем течении рек, в Сибирских Увалах — до 30–40 м) террасы [4] (эффект снятия нагрузки ледника дал бы больше вздымание на севере, а не на юге). На наш взгляд, это следствие молодого поднятия гряды

Сибирских Увалов вдоль обновленных древних разломов, возможно, за счет субмеридионального давления на основание Западносибирской плиты со стороны образованного в третичное время [10] срединно-океанического хр. Гаккеля, что подтверждает строение сейсмиков — сейсмодетформаций в теле террас.

Сейсмиков, при анализе данных с позиций криогетеротопии, несут ценную информацию о характере криолитозоны: в мерзлых осадках сейсмические события порождают разрывные, а в талых — пластические деформации. В породах, ранее не скованных мерзлотой, наблюдались напряженные микроскладки (рис. 2-III) с наклоном осей, говорящем о субмеридиональном сжатии осадков. Максимально его воздействие они испытали в направлении ССВ–ЮЮЗ, т.е. именно со стороны хр. Гаккеля. Проявлялась в таких породах и ликвификация — инъекционное внедрение (рис. 2-II) приобретающих текучесть (при сейсмических событиях) осадков, принципиально отличное от их мерзлотного преобразования. Ликвификация в виде язычково-цветковых форм на соотношении между порогом ее возникновения и силой землетрясений отражает (по [11]) их интенсивность в 7–8 баллов по шкале MSK-64. А лежащие с внутренними разрывами складки и надвиговые структуры — более 8 баллов. Однако согласно [12] нужно также знать начальные реологические свойства и иные параметры ликвифицированных осадков, и нельзя однозначно судить о связи ликвификации с силой землетрясений. Помогает анализ сейсмодислокаций с позиций криогетеротопии.

Вообще в Арктике землетрясения средней силы регулярны [10, 13]. В последнее время их отмечается до десятка ежегодно, а в позднем кайнозое тектоническая активность проявлялась на всех этапах вдоль глубинных разломов: с ними в нашем регионе связаны крупные сдвиговые и взбросово-сдвиговые морфоструктуры (включая Сибирские Увалы), сопряженные с транс-западно-сибирским разломом [14, 15]. Но больше всего сейсмиков встречено авторами в породах позднего квартера: они фиксируют (раньше этому просто не уделяли особого внимания) наиболее высокую сейсмоактивность — итог нарастания, на наш взгляд, давления со стороны хр. Гаккеля.

Осадки в регионе в последний криохрон квартера, в МИС-2 (возраст обоснован серией ^{14}C -датировок [4]), глубоко промерзали, о чем говорит наличие в них псевдоморфоз по ПЖЛ—индикатора низкотемпературной криолитозоны (рис. 1-*II*, 1-*III*). Скованные льдом отложения делались хрупкими и легко поддавались во время землетрясений разрывным деформациям, представленным ныне по всей толще позднего квартера вертикальными смещениями слоев на 5–10 см, порой до 15 см (см. рис. 2-*I*, 2-*II*). Причем трещины сдвига не связаны с оседаниями блоков пород оползневой характера или при таянии ПЖЛ, и, на наш взгляд, величина смещений говорит о землетрясениях средней силы, интенсивностью до 5–6 баллов по шкале MSK-64 (хотя по [11] встреченные ликвефакции — фактор более высокой сейсмичности).

Выявленный возраст топ-слоев террас позволил судить о том, что произошло их вздымание (на 20-м высоту в среднем течении рек Надым, Пур и Таз, и до 40 м в Сибирских Увалах) не раньше начала голоцена, т.е. скорость поднятия тела террас составляла 2–4 мм в год. Это также говорит о высокой активности в то время тектонических процессов. Таким образом, с позиций криогетеротопии и сейсмичности, как явление, характеризующее рассматриваемую криогенную систему, не атипично, а закономерно, и его анализ позволяет, как видим, уточнять ход криогенеза в квартере.

Таким образом, анализ криогенных геосистем с позиций криогетеротопии позволил снять многие разночтения при интерпретации хода формирования элементов отмеченных систем и показал оправданность и целесообразность применения подхода при изучении их развития. Особенно это важно в ситуации, когда без должной корректировки отдельные черты этих систем переносятся на иные по условиям происхождения, но внешне схожие объекты. В целом же сегодня мы находимся на новом этапе формирования концептуального знания о явлениях холодного мира, и авторы считают, что будет полезно применять представ-

ленный подход при выработке более обоснованных научных представлений об этом мире.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках тем госзадания: рег. № НИОКТР: АААА—А19—119071990006—3 и АААА—А17—117051850064—0.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шейнкман В.С., Мельников В.П.* Эволюция представлений о холоде и возможные пути их развития в науках о Земле // Криосфера Земли. 2019. Т. XXIII. № 5. С. 3–16.
2. *Фуко М.* Слова и вещи. Археология гуманитарных наук (Пер. с фр.). А-сэд, 1994. 408 с.
3. *Земцов А.А.* Геоморфология Западно-Сибирской равнины (северная и центральная часть). Томск. Изд-во Томского госуниверситета, 1976. 344 с.
4. *Шейнкман В.С., Мельников В.П., Седов С.Н. и др.* Новые свидетельства внеледникового развития севера Западно-Сибирской низменности // ДАН. 2017. Т. 477. № 4. С. 480–484.
5. *Sheinkman V.* Quaternary Glaciation in North-Western Siberia — New Evidence and Interpretation // Quaternary International. 2016. V. 420. P. 15–23.
6. *Гросвальд М.Г.* Оледенение Русского Севера и Северо-Востока в эпоху последнего великого похолодания // Материалы гляциологических исследований. Хроника обсуждения. 2009. № 106. С. 3–152.
7. *Одрова Т.В.* Гидрофизика водоемов суши. Л.: Гидрометеиздат. 1979. 312 с.
8. *Kutzbach J., Gallimore R., Harrison S., et al.* Climate and Biome Simulations for the Past 21,000 Years // Quaternary Science Reviews. 1998. № 17. P. 473–506.
9. *Шейнкман В.С., Плюснин В.М.* Оледенение севера Западной Сибири — спорные вопросы и пути их решения // Лед и снег. 2015. № 1 (129). С. 103–120.
10. Арктический бассейн. Геология и морфология. СПб.: ВНИИОкеангеология. 2017. 291 с.
11. *Никонов А.А.* Сейсмодетформации в рыхлых отложениях и их использование в палеосейсмологических реконструкциях // Проблемы современной сейсмологии и геодинамики Центральной и Восточной Азии. Т. 2. Иркутск: ИЗК. 2007. С. 56–58.
12. *Мусатов Е.Е.* Неотектоника арктических континентальных окраин // Физика Земли. 1996. № 12. С. 72–78.
13. *Маловичко А.А., Коломиец В.В., Рузайкин А.И.* Сейсмичность России в 2018 году // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2019. № 4. С. 51–60.
14. *Чувардинский В.Г.* Четвертичный период. Новая геологическая концепция. Апатиты: Издательство Кольского научного центра РАН. 2012. 179 с.
15. *Гогоненков Г.Н., Кашик А.С., Тимурзиев А.И.* Горизонтальные сдвиги фундамента Западной Сибири // Геология нефти и газа. 2007. № 3. С. 3–11.

ANALYSIS OF CRYOGENIC AND TECTONIC PROCESSES IN NORTH-WESTERN SIBERIA IN THE PLEISTOCENE FROM THE POSITIONS OF CRYOHETEROTOPY

V. S. Sheinkman^{a,b,c,#}, Academician of the RAS V. P. Melnikov^{a,b,c}, and V. P. Parnachev^d

^a Earth Cryosphere Institute, Federal Research Center, Tyumen Scientific Center,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russian Federation

^b Tyumen Industrial University, Tyumen, Russian Federation

^c Tyumen State University, Tyumen, Russian Federation

^d National Research Tomsk University, Tomsk, Russian Federation

[#]E-mail: vlad.sheinkman@mail.ru

Materials characterizing the Pleistocene environments in North-Western Siberia have been presented. Their study has been carried out from the position of the scientific concept of cryoheterotopy, the base of which is an analysis of typicality, atypicality and utopism of objects' location in the space, which is united by a cryogenic system. The experience of applying the working out approach to analyze the causes of contradictions in respect to structure of the Quaternary complex and dynamics of the earth crust during the Pleistocene in the region and to solve these contradictions has been elucidated. On such a base, characteristic features of development of the studied area have been considered.

Keywords: cryogenic systems and their analysis, development of cryogenesis, Pleistocene, tectonics, North-Western Siberia