

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ КРИОЛОГИИ ЗЕМЛИ

УДК 551.345.2

СОВРЕМЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЮЖНОЙ ГРАНИЦЫ ЗОНЫ
МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Ю.К. Васильчук

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический и геологический ф-ты,
119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия; vasilch@geol.msu.ru, vasilch_geo@mail.ru*

На основе анализа расположения вновь обнаруженных и малоизвестных островов многолетнемерзлых пород уточнено положение южной границы современного распространения многолетнемерзлых толщ в Западной Сибири: на западе региона она проходит вблизи 60° с.ш.; в центре граница зоны многолетнемерзлых пород располагается южнее широтного течения Оби; на востоке она смещается к 57° с.ш.

Спорадические многолетнемерзлые породы, южная граница многолетнемерзлых пород, Западная Сибирь

MODERN SOUTHERN LIMIT
OF PERMAFROST IN WESTERN SIBERIA LOWLAND

Yu.K. Vasil'chuk

*Lomonosov Moscow State University, Department of Geography and Geology,
119991, Moscow, Leninskie Gory, 1, Russia; vasilch@geol.msu.ru, vasilch_geo@mail.ru*

The location of modern southern limit of permafrost has been elaborated. The southern boundary of the upper layer of permafrost coincides with the southern limit of the *palsa* areal in the north of West Siberia. The southern limit of permafrost extends to 60° N in the western part, south to the latitude part of the Ob River valley, and about 57° N in the eastern part of the region.

*Sporadic permafrost, *palsa*, southern limit, West Siberia*

ВВЕДЕНИЕ

Определение точного положения южной границы многолетнемерзлых пород в Западной Сибири имеет важное как теоретическое, так и практическое значение, поскольку именно в южных районах западно-сибирской криолитозоны сосредоточены сейчас многие трассы нефтепроводов, дороги и быстро развивающиеся населенные пункты. А освоение районов даже редкоостровного распространения многолетнемерзлых толщ принципиально отличается от территорий, на которых многолетнемерзлых толщ нет. Особую опасность представляют районы редкоостровного и локального распространения многолетнемерзлых толщ, так как мерзлые породы могут быстро менять свою конфигурацию, а также возникать и исчезать за считанные годы. Поэтому при проектировании протяженных линейных сооружений даже редко встречающиеся участки с аномальным развитием многолетнемерзлых толщ

следует учитывать именно как мерзлые, а не как талые.

Уточнение положения южной границы криолитозоны Западной Сибири началось практически сразу после первого ее исследования, выполненного в начале 1843 г. А.Ф. Миддендорфом, проехавшим от Красноярска до Туруханска. В районе Старо-Туруханска на Енисее А.Ф. Миддендорф зафиксировал отрицательную, близкую к нулю, температуру в буровых скважинах на одной из надпойменных террас Енисея. На основании этих данных он высказал предположение о том, что Туруханск находится вблизи южного предела распространения многолетнемерзлых пород мерзлоты в восточной части низменности.

Сведения о вероятном распространении многолетнемерзлых пород в некоторых южных районах Западной Сибири содержатся в работах Л.А. Ячевского [1889] и А.И. Воейкова [1889].

ЮЖНАЯ ГРАНИЦА КРИОЛИТОЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА КАРТАХ ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XX ВЕКА

Мерзлые толщи в первые десятилетия XX в. наблюдали Д.А. Драницын на Енисее, Б.Н. Городков [1928] в бассейне рек Аган и Пур, В.С. Говорухин [1947] в бассейне р. Северная Сосьва и другие.

М.И. Сумгин [1937] привел карту распространения многолетнемерзлых пород. Недостаточный объем полевых наблюдений заставил М.И. Сумгина провести южную границу многолетнемерзлых толщ в Западной Сибири по косвенным данным.

Тогда же В.Г. Петров [1937] опубликовал данные о нахождении многолетнемерзлых пород в юго-восточной части низменности и предложил более южный вариант положения их южной границы в Западной Сибири.

Надо признать, что в 1920–1930-е гг. преобладало мнение о тотальном потеплении, опиравшееся на ряд прямых наблюдений за ростом температуры воздуха в течение XIX–начале XX в. Л.С. Берг [1928] указал на повышение средней годовой температуры воздуха в Екатеринбурге (Свердловске) за период 1836–1923 гг. Согласно наблюдениям, за 80 лет средняя температура воздуха прогрессивно увеличивалась, и это увеличение составило около 1 °С. При этом разности температур с Казанью оставались удивительно постоянными, составляя около 2,5 °С (только для середины XIX в. разность была несколько больше). По-видимому, изменение температуры в Екатеринбурге и Казани происходило параллельно. Еще ранее Л.С. Берг указывал на прогрессивное повышение среднегодовой температуры воздуха в Ленинграде и Казани.

Впоследствии Л.С. Берг [1938] получил более обширный материал и развил свою позицию об устойчивом потеплении за предшествующее столетие, как в умеренных широтах, так и в Арктике. Опираясь на сообщение Н. Датского [1934] об исчезновении многолетнемерзлых пород в районе г. Мезень, описанных А. Шренком в 1837 г., он предположил, что многолетнемерзлые породы повсеместно деградируют. Действительно, в 1933 г. Н. Датским мерзлый массив в г. Мезень обнаружен не был, но острова многолетнемерзлых пород были отмечены уже в 40 км к северу от города.

Такое мнение о повсеместном сокращении площади многолетнемерзлых пород привело к тому, что многие исследователи стали подчеркивать те факты, которые подтверждали тенденцию деградации мерзлых толщ, и относили к аномальным находки многолетнемерзлых толщ, не подтверждавшие это.

Показательна в этом плане работа С.П. Качурина [1938], выполнившего повторные исследования многолетнемерзлых толщ в районе г. Старо-

Туруханска (ныне с. Старотуруханск, 65°80' с.ш.) почти через столетие после исследований А.Ф. Миддендорфа. С.П. Качурин постарался возможно точнее определить положение скважины, в которой А.Ф. Миддендорфом [1860] были встречены многолетнемерзлые породы, пользуясь его описанием и имевшимся схематическим планом. Новые буровые скважины были заложены С.П. Качуриным в точках, весьма близко расположенных от предполагавшегося положения скважин Миддендорфа. По аналогии с данными Миддендорфа были заложены также три буровые скважины, и все они были сделаны глубже соответствующих скважин Миддендорфа. Результаты замеров температуры грунтов С.П. Качурина [1938] показали во всех трех скважинах более высокие (примерно на 0,4 °С) температуры в сравнении с температурами на соответствующих глубинах в скважинах по замерам Миддендорфа. Во второй скважине Миддендорфом, на глубине 12,5 м (41 фут), были обнаружены многолетнемерзлые породы с температурой –0,1 °С, тогда как другие скважины проходили в грунтах с положительными температурами, и на глубине 15 м (во второй скважине) термометры отметили температуру +0,3 °С.

Вместе с тем С.П. Качурин писал: “Любопытно отметить еще один факт. Несмотря на то, что во всех трех пунктах с повторными буровыми скважинами вечная мерзлота залегает на значительной глубине (нами она не была достигнута), в то же время нашими дополнительными буровыми скважинами и зондировками в других участках окрестностей Старо-Туруханска мерзлота была обнаружена в ряде пунктов на глубинах всего 1,2–1,5 м. При этом в отдельных местах мерзлота была встречена на уступах террас южной экспозиции, т. е. на участках с невыгодным положением по отношению к солнечной инсоляции и дренированию влаги (у школы). В таких местах буровые скважины глубиной в 6–7 м не проходили слоя мерзлоты. Эта аномалия в определении поверхности мерзлоты в Старо-Туруханске не была отмечена Миддендорфом. По нашим же наблюдениям в других участках Туруханского района (фактория Фарково в 120 км от Старо-Туруханска) такое “аномальное” распределение верхней поверхности вечной мерзлоты является вполне закономерным и часто встречающимся. Нами во многих местах констатировано наличие мерзлоты близко от дневной поверхности, в то же самое время как в ближайших же местах (20–30 м) поверхность мерзлоты отмечалась лишь на достаточно большой глубине (10–12 м). Этот факт характерен для зоны близ южных пределов области вечной мерзлоты как Азиатской, так и Европейской части Союза и во многом зависит от местных условий каждого отдельного участка” [Качурин, 1938, с. 596]. С.П. Качурин считал, что южная граница много-

летнемерзлых пород должна проводиться на 250–300 км южнее Туруханска [1938, с. 594].

Укажем на одно обстоятельство, которое ускользнуло от внимания С.П. Качурина [1938]. В русском издании работы А.Ф. Миддендорфа [1860] разрезы скважин в Старотуруханске и значения температур в них не приводятся, и А.Ф. Миддендорф [1860, ч. 1, л. VIII] указывает, что он привел их в немецком издании, вышедшем годом ранее. Но далее он пишет о “поразительно высоких температурах, найденных в тех буровых скважинах...”, а в разделе, посвященном описанию Старотуруханска, в русском издании: “Положение этой местности получило в моих глазах особенную важность от неожиданных результатов моих наблюдений над температурой земли, над которою, как кажется, господствует именно влияние вышепомянутых вод и озер вокруг Туруханска” [Миддендорф, 1860, ч. 1, с. 86–87]. Видимо, А.Ф. Миддендорф ожидал встретить в Старотуруханске гораздо более низкие температуры грунтов (исходя из температур воздуха) и мерзлые грунты, но не встретил и посчитал, что это локальный эффект отепляющих вод Енисея.

Положение южной границы криолитозоны Западной Сибири отражено на картах И.Я. Баранова [1940] и В.Ф. Тумеля [1946]. Отметим, что И.Л. Повх [1940] обнаружил многолетнемерзлые породы в с. Самарово (позднее село Самарово вошло в состав г. Ханты-Мансийска) в низовьях Иртыша.

Интересно, что В.А. Обручев [1948] считал, что на севере Западной Сибири до Енисея многолетнемерзлые породы распространены только севернее полярного круга, вдоль берегов Баренцева и Карского морей.

Фундаментальные геокриологические исследования в восточных и южных районах Западно-Сибирской криолитозоны были выполнены А.И. Поповым на Енисейско-Тазовском междуречье (в 1937–1940 гг.) и в бассейне Оби: по р. Назым в 1945 г., по р. Вах в 1946 г., по р. Казым и в низовьях Оби, ниже Салехарда, в 1947 г., по р. Полуй в 1948 г. Это были маршрутные исследования, которые сопровождалось бурением скважин глубиной до 15–20 м. Результаты этих исследований обобщены А.И. Поповым в первой региональной геокриологической монографии [1953].

ЮЖНАЯ ГРАНИЦА КРИОЛИТОЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА КАРТАХ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ XX ВЕКА

Детальные работы по уточнению границ криолитозоны Западной Сибири связаны с исследованиями А.И. Попова [1953]. Для нас наиболее интересны описания А.И. Поповым зоны южной тайги, которая “...сама характеризуется почти полным от-

сутствием вечной мерзлоты” [1953, с. 70]. Эта полоса, выделенная А.И. Поповым вдоль широтного колена Оби и долины р. Вах, захватывает также бассейны Кети и Тыма, а также Васюгана, Большого Югана и Салыма (левые притоки р. Обь в ее широтном течении). В пределах этой полосы А.И. Попов исследовал бассейны рек Вах и Назым, правых притоков Оби. В бассейне Ваха, сверху вниз по течению реки, им были изучены междуречья Вах–Тым и Вах–Пур.

В долине р. Назым между селами Рыб-Еган и Терёшкин (между 60°30' и 61°30' с.ш.) на водораздельном плато в средней части склона высотой 70 м, в скважинах 7 и 10 на глубинах 8–10 м, была обнаружена “...несомненная вечная мерзлота – явление аномальное для этих мест” [Попов, 1953, с. 90]. Еще одно из таких мест – пос. Березово (63°56' с.ш., 65°03' в.д.), расположенный на левобережье р. Обь, против устья р. Казым, на берегу Северной Сосьвы: “Как известно, сподвижник Петра I А.Д. Меншиков был погребен в Березове в 1729 г. Почти через 100 лет его труп был извлечен нетленным благодаря тому, что пролежал все это время в мерзлоте... В 1947 г. Обская экспедиция Института мерзлотоведения АН СССР, прибыв в Березово с целью дальнейшего следования на р. Казым, произвела краткое мерзлотное исследование примерного местоположения бывшего погребения Меншикова в Березове... Бурение производилось в 30 м от бровки берегового уступа, близ каменной плиты (место погребения дочери Меншикова), на территории, прилегающей к соборной церкви. По имевшимся данным, здесь же был похоронен и А.Д. Меншиков. ...Температура по ... скважине была измерена 2 августа 1947 г. ... Мерзлота была встречена на глубине 1,35 м и по внешним признакам кончилась на глубине 3,2 м...” [Попов, 1953, с. 94]. Такие “аномальные” многолетнемерзлые толщи были обнаружены и в других местах зоны южной тайги, они показаны на карте А.И. Попова [1953, рис. 104], однако он считал их очень молодыми и деградирующими. Поэтому южную границу криолитозоны А.И. Попов провел существенно севернее широтного течения р. Обь (рис. 1, А). Вместе с тем южнее он нарисовал весьма широкую зону перелетков и редких мелких участков многолетнемерзлых пород, но, вероятно, под влиянием господствовавшей идеи деградации многолетнемерзлых толщ эту зону А.И. Попов не отнес к зоне многолетней мерзлоты.

Заметим, что многолетнемерзлые толщи ранее были встречены и несколько южнее 64-й параллели, примерно проходящей у линии, соединяющей пос. Березово и с. Сартынья на Северной Сосьве. Здесь при рытье котлованов под фундамент больницы в начале июля 1929 г. многолетнемерзлые породы залегали на глубине 0,8 м от поверхности в супесчаном грунте [Боч, 1938].

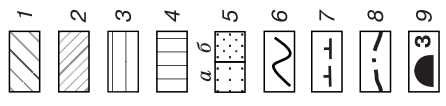
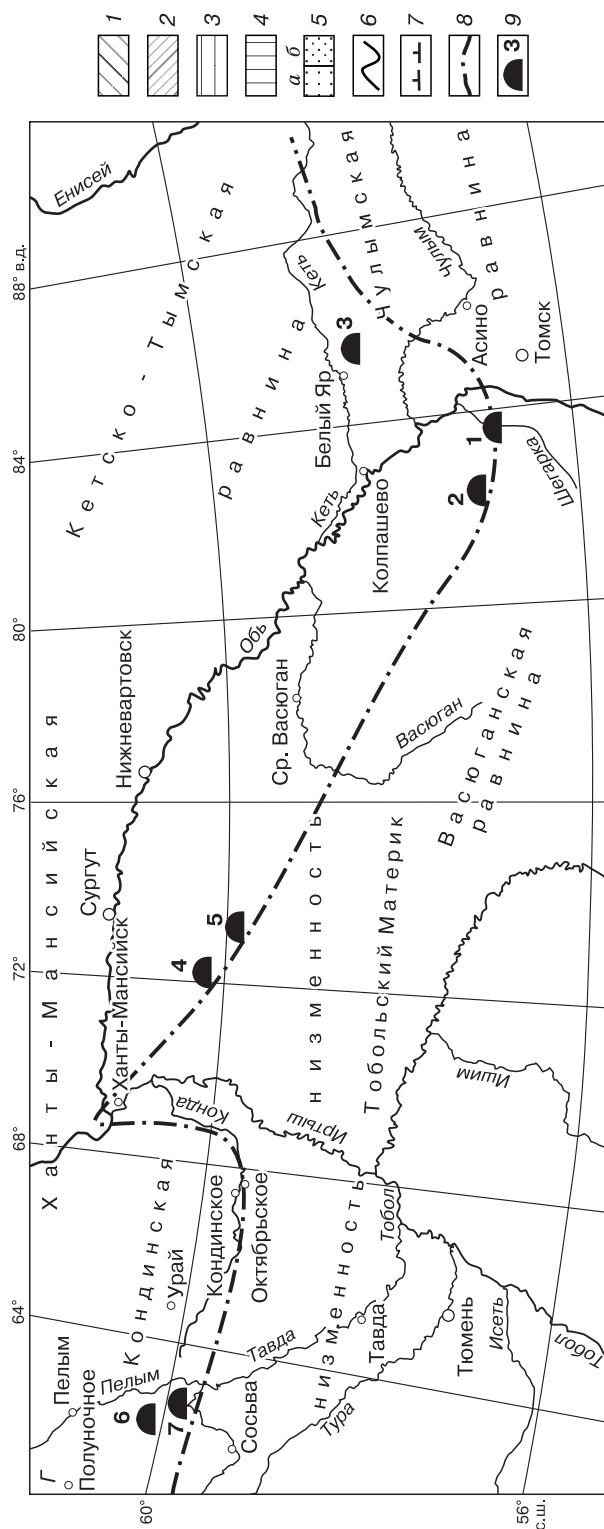
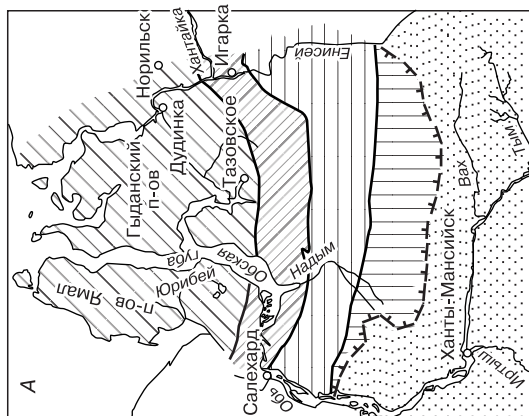
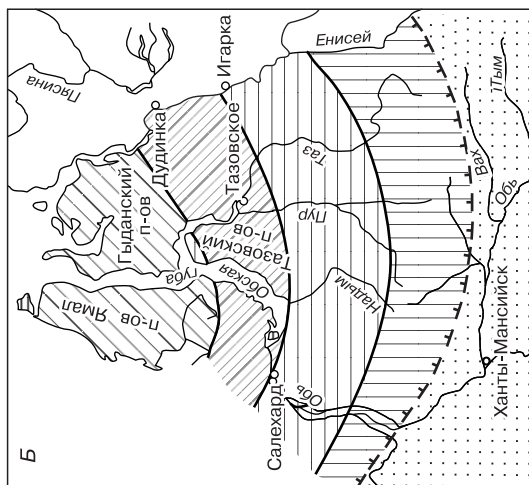
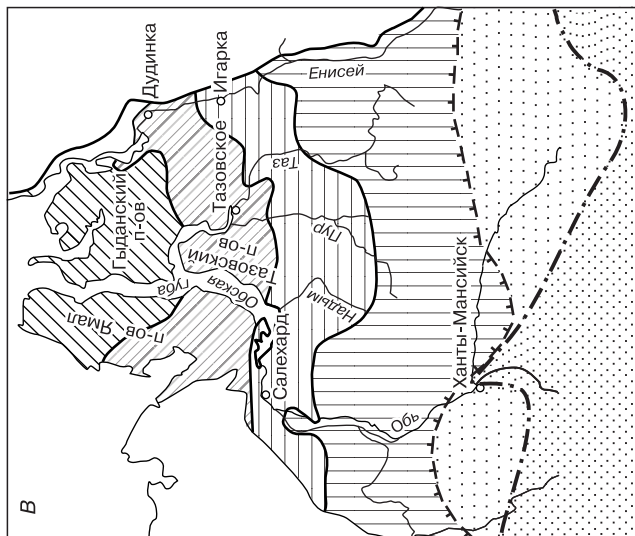


Рис. 1. Положение южной границы многолетнемерзлых пород и геокриологических зон Западной Сибири на мелкомасштабных картах:

А – А.И. Попов [1953], Б – В.В. Баулин и др. [1967]; В – В.Т. Трофимов и др. [1987], Г – Ю.К. Васильчук (настоящая работа).
 1, 2 – практически сплошное с поверхности распространение многолетнемерзлых пород (северная зона); 1 – низкотемпературные генетически неоднородные многолетнемерзлые породы – сингенетические, подстилаемые эпигенетическими (тундровая подзона), 2 – более высокотемпературные многолетнемерзлые породы – преимущественно эпигенетические (лесотундровая подзона); 3 – массивно-островное и островное с поверхности распространение многолетнемерзлых пород (северотаежная подзона); 4 – преимущественно островное и редкоостровное распространение многолетнемерзлых пород, главным образом в торфяных буграх (южно-таежная подзона); 5 – зона перелетков и редких мелких участков многолетнемерзлых пород (а) и глубоко залегающих реликтовых мерзлых толщ (б); 6 – границы мерзлотных зон и подзона; 7 – южная граница многолетнемерзлых пород на цитируемых картах; 8 – положение южной границы многолетнемерзлых пород (верхнего слоя), установленное Ю.К. Васильчуком в настоящей работе; 9 – расположение самых южных находок многолетнемерзлых толщ (1 – междуречье рек Шегарка, Чая и Икса; 2 – Бакчарский район Томской области, долина правого притока р. Костиха; 3 – болото Бургистое, на междуречье рек Кеть и Чулым в Томской области; 4 – долина р. Большой Юган; 5 – долина р. Балык; 6 – пойма в месте слияния рек Колы-Хулом и Малая Сосьва; 7 – высокая пойма р. Пелым).

С.Г. Боч [1938] отмечает, что в бассейне р. Ляпин (левый приток Северной Сосьвы) в с. Саранпауль на низкой террасе, сложенной илистыми и песчано-гравийными аллювиальными отложениями, при рытье колодца в августе 1935 г. многолетнемерзлые породы были обнаружены в интервале глубин 1–4 м.

Во время геологической съемки в долине Енисея, на участке протяженностью около 200 км от устья Курейки (на севере) до с. Татарское (на юге), а также по левым притокам Енисея – рекам Турухан и Ангутиха, на пойме А.А. Земцовым пробурено около 50 скважин ручного бурения глубиной до 20–25 м (в Старотуруханске, Костино, Сухой Тунгуске, Татарском). Особенно привлекают внимание скважина 9 близ с. Татарское (примерно 64°50' с.ш., приблизительно на 150 км южнее Старотуруханска), где многолетнемерзлые породы вскрыты в интервале 2,5–9,0 м, и скважины 10 и 12 севернее с. Татарское, где многолетнемерзлые породы вскрыты в интервале 1–12 м [Земцов, 1962].

Работы, выполненные в южных районах Западно-Сибирской криолитозоны экспедициями Института мерзлотоведения им. В.А. Обручева (впоследствии экспедициями ПНИИИСа) в 1950–1960-е гг. [Баулин, 1967; Белопухова, 1972], привели к существенному уточнению положения южной границы многолетнемерзлых толщ в Западной Сибири (см. рис. 1, Б). Она была смещена несколько южнее, чем на карте А.И. Попова (ср. рис. 1, А и рис. 1, Б), но все же не пересекла не только широтное течение Оби, но и субширотную расположенную долину р. Вах.

И.С. Лурье и С.С. Поляков [1966] встретили многолетнемерзлые породы в долинах рек Вогулка, Ляпин, Северная Сосьва и Казым (63–64° с.ш.). На первой террасе Вогулки и Ляпина мощность толщ многолетнемерзлых пород превышает 9 м, их средняя температура варьирует от 0 до –1,2 °С. Они здесь приурочены к участкам сильно замшелых лесов (с моховым покровом до 0,5 м) и к бугристым торфяникам (бугры высотой 1,5–2,0 м). На правом берегу р. Казым многолетнемерзлые породы встречаются на склонах северной экспозиции, сложенных породами суглинистого состава. Среднегодовая температура мерзлых пород здесь близка к 0 °С [Лурье, Поляков, 1966].

На Карте гидрогеокриологического районирования территории СССР, выполненной С.М. Фотиевым [1979], граница многолетнемерзлых толщ в центральной части Западной Сибири проведена южнее широтного течения Оби, т. е. существенно южнее, чем предполагали предшественники (интересно, что через три года при построении мерзлотных карт Западно-Сибирской плиты в этих районах В.Т. Трофимов с соавторами обнаружили фактические данные о существовании многолетнемерзлых толщ). При этом С.М. Фотиев предложил использовать в качестве критерия проведения южной границы многолетнемерзлых пород возможность их новообразования при нарушении естественных условий теплообмена (нарушение условий инфильтрации дождевых вод, затенение поверхности, уничтожение снежного покрова и т. д.).

Обширная программа исследований многолетнемерзлых пород, их зональных и внутризональных границ, а также южного предела распространения многолетнемерзлых пород с поверхности были выполнены сотрудниками (В.Г. Кудряшовым, Н.Г. Фирсовым, П.И. Кашперюком, Ю.Б. Баду, А.В. Груздовым, А.Б. Гусевым, И.С. Лурье, Ю.К. Васильчуком и др.) Тюменской инженерно-геологической экспедиции геологического факультета МГУ, руководимой В.Т. Трофимовым. Эта программа включала маршрутные исследования и бурение по долинам многих рек – притоков Оби (например, маршрут П.И. Кашперюка по р. Тапсуй), в южных районах Западно-Сибирской криолитозоны [Трофимов, 1986, 1987]. Кроме того, сотрудниками Тюменской экспедиции МГУ был проанализирован огромный объем фондовых материалов, что позволило существенно уточнить положение южной границы многолетнемерзлых толщ в Запад-

ной Сибири. В.Т. Трофимов с соавторами [1987] провели границу толщ многолетнемерзлых пород южнее широтного течения р. Обь (см. рис. 1, В). Важную роль в определении местоположения южных массивов многолетнемерзлых пород в Приобье сыграли полевые работы И.Л. Зайонца и В.Г. Тимофеева, в ходе которых были получены сведения о местонахождении многолетнемерзлых пород на территориях южнее широтного течения р. Обь. В частности, сотрудниками Гидроспецгеологии многолетнемерзлые породы были встречены в буровых скважинах в бассейне рек Большой Юган и Балык (левые притоки Оби).

Это положение южной границы в интерпретации В.Т. Трофимова [1987] было отражено на сводной Геокриологической карте СССР [1991].

Анализ малоизвестных (или ранее неадекватно воспринятых) сведений из опубликованных работ, дает автору основание говорить о еще более южном положении южной границы многолетнемерзлых толщ в Западной Сибири.

СПОРАДИЧЕСКИЕ ОСТРОВА МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД ЮЖНЕЕ ШИРОТНОГО ТЕЧЕНИЯ ОБИ И В ПРИУРАЛЬЕ

Восточные районы. Говоря о крайних южных местонахождениях многолетнемерзлых пород в районе широтного течения Оби, прежде всего следует упомянуть работу В.Г. Петрова [1937], сотрудника Сибирского филиала Центрального научно-исследовательского института транспортного строительства. Для целей проектирования железных дорог сведения даже о спорадических многолетнемерзлых породах были очень важны. Если для теоретических геокриологических построений можно было ограничиться схематической картой М.И. Сумгина, то для конкретного проектирования требовался более конкретный материал. В.Г. Петров приводит семь местонахождений мерзлых пород южнее широтного течения р. Обь, в бассейнах правых притоков Оби: рек Чая, Шегарка и Икса, впадающих в р. Обь выше ее крупного правого притока – р. Кеть.

По линии деревень Татьянавка (56°80' с.ш.) и Ярь (Томская область, Шегарский район) в нижнем течении р. Шегарка и верховьях р. Икса отмечено три пункта с многолетнемерзлыми породами, западнее Татьяновки на расстоянии 8–10 км друг от друга мерзлые породы встречены в конце августа 1928 г. в болотах на глубине 80 см под моховым покровом. (Сведения получены от техника Новосибирского мелиоводстроя Г.М. Дроздовского.)

В 18 км от деревни Татьянавка при раскапывании водоотводной канавы (в конце августа 1928 г.) был встречен мерзлый бугор высотой 2 м и диаметром 15 м. При пересечении этого бугра канавой вскрыт торф мощностью около 1 м,

ниже – многолетнемерзлые глинистые грунты. В многолетнемерзлые породы удалось углубиться на 1,5 м (по заданным размерам канавы), но подошва мерзлоты не была достигнута (сведения получены от Г.М. Дроздовского).

По линии деревень Подгорная и Коломино в низовьях р. Чая во время геодезических работ (в конце августа 1930 г.) обнаружены многолетнемерзлые породы в болотистых и торфяных местах в трех пунктах. Глубина сезонноталого слоя здесь составляет около 50 см (сведения получены от техника Новосибирского мелиоводстроя Г.Н. Васильева).

Эти данные, а также материалы по более восточным районам легли в основу составленной В.Г. Петровым карты, на которой южная граница многолетнемерзлых пород была проведена в верховьях рек Чая и Шегарка, даже южнее 56° с.ш. [Петров, 1937]. Однако, по-видимому, авторитет Л.С. Берга и М.И. Сумгина был настолько высок, что эти исследования В.Г. Петрова мерзлотоведы отнесли к предварительным и более никогда к ним не возвращались.

Несколько ранее Р.С. Ильин [1930] отмечал криогенные формы рельефа, связанные с многолетнемерзлыми породами в северной части Васюганской равнины. Позднее многолетнемерзлые толщи в ядрах бугров пучения в южной тайге Западной Сибири южнее 58° с.ш. описывали Ю.А. Львов [1977] в 150 км от пос. Средний Васюган (координаты этого поселка: 59°13' с.ш., 78°14' в.д.) и А.Е. Березин в долине р. Ягыл-Ях (это левый приток р. Васюган; координаты истока р. Ягыл-Ях – 57°33' с.ш., устья – 58°21' с.ш.) на Васюганской равнине.

Позднее в более южных районах многолетнемерзлые толщи в ядрах бугров пучения в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины исследованы еще в двух пунктах: в первом – южнее р. Кеть у пос. Ягодное Е.Я. Мульдияровым [1987], во втором – на болоте Бугристое (58°15' с.ш., 85°20' в.д.) в междуречье рек Кеть и Чулым (абс. высота 130 м) в Томской области Т.А. Бляхарчук и Л.Д. Сулержицким [Blyakharchuk, Sulerzhitsky, 1999]. Среднегодовая температура воздуха, по данным метеостанции Колпашево (58°20' с.ш., 82°59' в.д.), расположенной вблизи болота Бугристое, составляет –1,5 °С. Болото находится около заполненной песком ложбины стока из озера. Здесь на песчаных почвах произрастает лес. Бугор пучения овальной формы расположен на участке преимущественно олиготрофной растительности. Он сложен мерзлым торфом и образует выпуклый остров в немерзлом торфе болота. Поверхность бугра покрыта сосновым лесом (*Pinus sibirica*) с карликовыми кустарниками, среди которых развита круглые термокарстовые впадины с влажными сфагновыми сообществами. В результате тер-

мокарстовых процессов сосны наклонены в разных направлениях (рис. 2).

Датирование торфяных прослоев показало, что промерзание болота и начало роста бугра происходило 4300 лет назад, о чем свидетельствует смена торфа на глубине 160–90 см. В настоящее время здесь активизировались термокарстовые процессы, которые приводят к протаиванию бугров пучения, образованию округлых понижений на поверхности болота и формированию на буграх древесной растительности типа “пьяного леса” [Blyakharchuk, Sulerzhitsky, 1999].

Имеются отдельные сведения об обнаружении толщ многолетнемерзлых пород в бассейне р. Чулым (Д.А. Гиличинский, устное сообщение).

А.Г. Дюкареву и Н.Н. Пологовой [2007] принадлежит весьма южная находка многолетнемерзлых пород в ядре бугра пучения, встреченного в Бакчарском районе Томской области в долине правого притока р. Костиha (57°04' с.ш., 82°26' в.д.). Этот, один из самых южных из известных сейчас в Западной Сибири [Васильчук, 2008], миграционный бугор пучения располагается в нижней части склона, по форме – это вытянутое вдоль склона повышение овальной формы с двумя вершинами высотой до 2 м (рис. 3).

Поверхность бугра пучения неровная, в центральной части формируется воронкообразное понижение. По краю бугра сохранились крупные (диаметром до 36 см) деревья – кедр и ель 200–240-летнего возраста, наклоненные в сторону от бугра (эффект “пьяного леса”). В середине бугра взрослых деревьев нет, отмечаются только отдельные молодые кедры высотой до 6 м, возраст которых 40–60 лет. С поверхности залегает торф мощностью 40–45 см, подстилаемый органоаккумулятивно-гумусовой почвой с хорошо развитым гумусовым горизонтом мощностью до 50 см. Грунты в ядре бугра пучения глинистые.

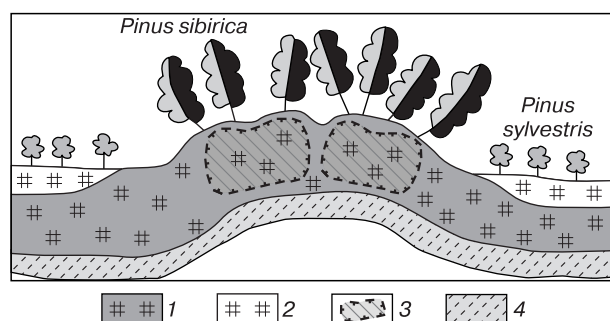


Рис. 2. Бугор пучения (пальза) на болоте Бугристое на междуречье рек Кеть и Чулым в Томской области (58°20' с.ш., 82°59' в.д.), юго-восток Западной Сибири.

1 – торф мерзлый; 2 – торф талый; 3 – льдистое ядро; 4 – супесь [Blyakharchuk, Sulerzhitsky, 1999].

Исследованный миграционный бугор пучения (пальза) находится в фазе распада. Признаком распада являются воронкообразное понижение на вершине бугра и мочажины в краевой части. Возраст бугра оценивается А.Г. Дюкаревым и Н.Н. Пологовой [2007] в 300–400 лет, активная его деградация началась 30–40 лет назад.

Эти южные местонахождения бугров пучения (на болоте Бугристое близ пос. Белый Яр, близ пос. Ягодное и в Бакчарском районе западнее пос. Асино) дают основание для существенного смещения на юг границы многолетнемерзлых пород по сравнению с границей, проводившейся ранее. Эта граница, по нашему представлению, пересекает долину Оби южнее пос. Колпашево, а долину р. Чулым – севернее пос. Асино, и далее на восток выходит на Чулымскую равнину южнее пос. Белый Яр.

Западные районы. В Приуралье и предгорьях Урала, примерно на тех же широтах, но чуть севернее, исследования многолетнемерзлых толщ в ядрах бугров пучения выполнили С.Г. Боч [1938, 1948] и Л.Ф. Куницын [1958].

С.Г. Боч [1938] сообщает, что в пределах низменности многолетнемерзлые породы встречены несколько южнее параллели пос. Березово – в с. Сартынья (63°22' с.ш.) на Северной Сосьве. Здесь при рытье котлованов под фундамент больницы в начале июля 1929 г. многолетнемерзлые породы залегали на глубине 0,8 м от поверхности в супесчаном грунте.

В бассейне р. Ляпин (левый приток Северной Сосьвы) в с. Саранпауль (64°15' с.ш.) на низкой террасе, сложенной илистыми и песчано-гравийными аллювиальными отложениями, при рытье колодца у кооператива в августе 1935 г. многолетнемерзлые породы были обнаружены на глубине от 1 до 4 м.

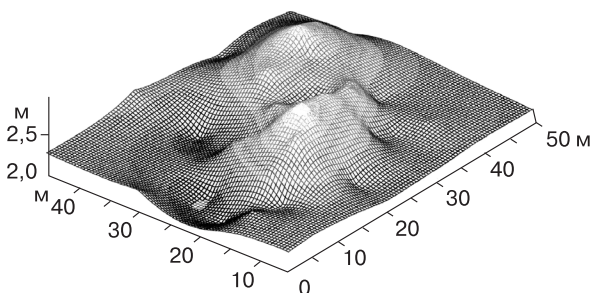


Рис. 3. Самый южный из известных бугров пучения (пальза) в восточной части Западной Сибири, расположенный в Бакчарском районе Томской области (57°04' с.ш., 82°26' в.д.) на склоне долины правого притока р. Костиha, юго-восток региона [Дюкарев, Пологова, 2007].

При археологических раскопках (1 июля 1929 г., середина июня 1933 г., сентябрь 1935 г.) в 3 км к востоку от Саранпауля, среди болот, на песчаном острове Честуй-яг многолетнемерзлые породы располагались на глубине 0,6–1,5 м от поверхности [Боч, 1938].

С.Г. Боч [1938] отмечает широкое развитие структурных (морозных) почв в районе горы Народной и находку А.Н. Алешковым погребенного льда мощностью до 1 м в долине р. Сураю. Торфяные бугры пучения с многолетнемерзлыми породами также были обнаружены к югу от горы Кифталык по долине р. Кифталык-шор, на самом ее водоразделе с р. Хатемалья (59° с.ш.), и в долине р. Вижай [Боч, 1948] у восточного подножия горы Курыксар (60°59' с.ш., 58°48' в.д.).

Л.Ф. Куницын [1958] ссылается на наблюдения за спорадически развитыми многолетнемерзлыми толщами К.Н. Игошиной в торфяниках в верховьях рек Пелым и Лозьва (61°45' с.ш.) и В.Б. Сочавы в истоках рек Толья и Няйс (левые притоки Северной Сосьвы). Его собственными наблюдениями установлено широкое распространение мерзлых бугристых торфяников в пределах северо-западной части Западно-Сибирской низменности – в бассейнах рек Хулга, Кемпаж, Огурья, Ляпин, Ятрия, Волья, Няйс и др. Опираясь на эти данные, южную границу развития многолетнемерзлых пород в минеральных грунтах в пределах приуральской части Западно-Сибирской низменности Л.Ф. Куницын провел от верховий р. Няйс к

устью р. Волья, далее через р. Северная Сосьва по р. Вогулка и на пос. Устрем. Но он особо подчеркнул, что "...к югу от этой линии многолетняя мерзлота встречается только в торфяных буграх" [Куницын, 1958, с. 314], т. е. островное и спорадическое распространение многолетнемерзлых толщ Л.Ф. Куницыным также не включено в криолитозону (уже под влиянием карты А.И. Попова).

Г.И. Дубиков и Л.М. Шмелев в начале 70-х гг. XX в. провели детальные мерзлотные исследования в бассейнах рек Малая Сосьва, Пунга, Сыскосынья, Пелым. Основными причинами развития бугров пучения в этих районах, по мнению Г.И. Дубикова и Л.М. Шмелева [1976], является сочетание природных условий, главные из которых: 1) отрицательная многолетняя среднегодовая температура воздуха (–2,7 °С в пос. Саргынья, –2,4 °С в пос. Хонгокурт, –1,8 °С в пос. Шухтуркурт); 2) глинистый и торфяной состав и большая увлажненность грунтов верхнего горизонта; 3) темнохвойные густые леса, затеняющие поверхность грунта и снижающие температуру поверхности до температуры приземного слоя воздуха (примерно на 2–4 °С); 4) мохово-лишайниковый напочвенный покров мощностью до 30 см, охлаждающий грунт в темнохвойном лесу на 2 °С. На высокой пойме р. Пелым (60°29' с.ш., 62°40' в.д.) встречены как крупные бугры пучения, так и площадь пучения диаметром 300 м (рис. 4, б). Высота пучинистых форм здесь 1,0–1,5 м, мощность торфа достигает 4–5 м, его суммарная влажность варьирует от

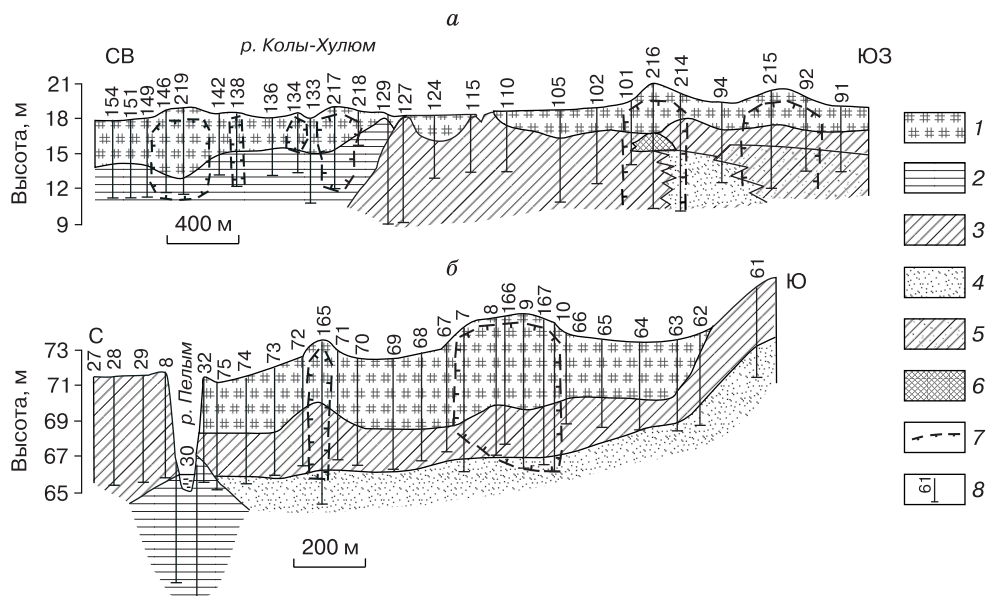


Рис. 4. Геокриологические разрезы у южного предела распространения многолетнемерзлых толщ с поверхности на юго-западе Западной Сибири (между Уралом и р. Обь) [Дубиков, Шмелев, 1976]:

а – на высокой пойме рек Колы-Хулум и Малая Сосьва (у слияния рек); б – на высокой пойме р. Пелым (у пос. Пелым, 60°29' с.ш., 62°40' в.д.); 1 – торф; 2 – глина; 3 – суглинки; 4 – песок; 5 – переслаивание песка и суглинка; 6 – лед; 7 – границы многолетнемерзлых грунтов; 8 – скважина и ее номер.

50 до 120 %. Многолетнемерзлые породы встречены только в пределах бугров, их температура не ниже $-0,5^{\circ}\text{C}$.

Полученные Г.И. Дубиковым и Л.М. Шмелевым [1976] сведения позволили провести южную границу распространения бугров пучения близ пос. Полуночное ($60^{\circ}52'$ с.ш., $60^{\circ}25'$ в.д.), далее на восток она пересекает верховья р. Пелым, истоки рек Конда ($61^{\circ}26'$ с.ш., $64^{\circ}29'$ в.д.) и Малая Сосьва и выходит к Оби немного севернее пос. Октябрьское (координаты поселка: $62^{\circ}27'$ с.ш., $66^{\circ}03'$ в.д.). Отметим, что в ядрах бугров пучения в долинах рек Пелым, Пунга и других мощность многолетнемерзлых толщ, разбуренных Г.И. Дубиковым и Л.М. Шмелевым [1976], составила 6–8 м, и вполне логично ожидать, что менее мощные 2–4-метровые многолетнемерзлые толщи могут встретиться намного южнее.

НОВОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЮЖНОЙ ГРАНИЦЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ТОЛЩ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Проанализированные автором данные из малоизвестных или недостаточно учитываемых публикаций позволили уточнить положение южной границы многолетнемерзлых толщ в Западной Сибири и, опираясь на положение точек, где в разные годы встречены многолетнемерзлые породы (пусть и не очень мощные), провести ее южнее широтного течения р. Обь (см. рис. 1, Г).

Автором выявлены две крупные области со спорадическим и редкоостровным распространением многолетнемерзлых пород на $57\text{--}60^{\circ}$ с.ш., которые ранее считались тальми (см. рис. 1, Г). Индикаторами многолетнемерзлых пород в этих областях являются миграционные бугры пучения, существующие десятки и даже сотни лет (во всяком случае, не менее 2–5 лет).

То обстоятельство, что в местах южных находок многолетнемерзлых пород встречены миграционные бугры пучения (пальза), достаточно определенно свидетельствует о том, что мы имеем дело не с перелетками, а скорее всего с многолетнемерзлыми породами, возраст которых нередко достигает сотен лет. Разумеется, это весьма любопытный вопрос: как могли сохраняться многолетнемерзлые породы с температурами, близкими к 0°C , в течение столь длительного времени? В связи с этим нам представляется уместным вспомнить о находке реликтовых сингенетических повторно-жильных льдов возрастом более 700 тыс. лет в районе Доминион Крик, располагающемся в области прерывистого распространения многолетнемерзлых пород центрального Юкона, где температуры пород выше -2°C . Датировки пепла, расположенного над сингенетическими жилами, позволили определить, что возраст льда не моложе

740 тыс. лет [Froese et al., 2008]. Эти находки служат доказательством того, что многолетнемерзлые породы просуществовали в зоне прерывистого их распространения как минимум со среднего плейстоцена и пережили даже такое теплое время, как ээмский (казанцевский) период [Froese et al., 2008].

Эта публикация вызвала активную дискуссию. Так, С.А. Зимов [Zimov, 2009] указал, что многолетнемерзлые породы на южном пределе своего распространения очень чувствительны к изменению климата: если средняя годовая температура воздуха изменяется на несколько градусов, то температура многолетнемерзлых пород скоро изменится на то же количество градусов. Таким образом, потепление воздуха всего на 2°C могло привести к деградации многолетнемерзлых пород на Юконе. Следовательно, климат на этой территории никогда не был существенно теплее, чем сейчас. Для нас же важно, что многолетнемерзлые породы даже при весьма мягких геокриологических условиях могут просуществовать десятки и сотни тысяч лет.

Проблема проведения южной границы распространения многолетнемерзлых толщ имеет два важных аспекта. Первый – сугубо практический, влияющий на принятие управленческих решений при освоении территории. Второй – фундаментально-научный, тесно связанный с прогнозом развития толщ многолетнемерзлых пород во времени.

Рассматривая первый из указанных аспектов – управленческий, следует отметить, что вопрос о наличии или отсутствии многолетнемерзлых пород на осваиваемой территории очень важен на стадии инвестиционных проектов, поскольку наличие многолетнемерзлых толщ существенно усложняет и удорожает освоение территории. Однако недоучет возможной встречаемости многолетнемерзлых пород ведет к недофинансированию планируемых работ, к осложнениям изыскательских и проектных решений и, что особенно важно, к повышению аварийности функционирующих сооружений. Это касается таких протяженных линейных объектов, как магистральные трубопроводы, ЛЭП, железные и шоссейные дороги. Эти соображения заставляют проводить южную границу распространения многолетнемерзлых толщ по самым южным находкам мерзлых массивов в природных ландшафтах. Надо понимать, что если при экспедиционных исследованиях участки замшелых темнохвойных лесов или болот с мощным моховым покровом могут рассматриваться как аномалии, то при строительстве железной дороги или шоссейной трассы, а также трубопровода или ЛЭП эти участки являются обычными инженерно-геологическими массивами со специфическими

свойствами, присущими многолетнемерзлым грунтам. К таким участкам необходимо относиться особенно внимательно, как к наиболее аварийно опасным при эксплуатации сооружения.

Говоря о второй стороне проблемы проведения южной границы распространения многолетнемерзлых толщ (мы назвали ее фундаментально-научной), рассмотрим только один аспект – возможность оценки деградации или аградации многолетнемерзлых толщ вблизи южной границы их ареала. Как бы нам не хотелось напрямую использовать найденный массив мерзлых или талых пород в качестве индикатора глобального потепления или похолодания, надо помнить о плохой изученности территорий вблизи южной границы криолитозоны. Поэтому новые находки массивов многолетнемерзлых пород нередко связаны не с их новообразованием, а с тем, что в данной точке ранее не проводилось исследований. Автору также представляется неправомерным считать находки многолетнемерзлых грунтов в ядрах бугров пучения аномально локальными, как предлагали А.И. Попов [1953] и Л.Ф. Куницын [1958]. Вблизи южной границы криолитозоны многолетнее промерзание чаще всего сопровождается пучением с образованием морфологически выраженных бугров, что обусловлено высокой степенью обводненности участков, на которых формируются массивы многолетнемерзлых пород. Поэтому миграционные бугры пучения (пальза) – это не аномальное явление, а весьма распространенное криогенное образование в зоне редкоостровного и спорадического распространения многолетнемерзлых пород.

И еще одно замечание. Анализ рядов многолетних температурных наблюдений на метеостанциях вблизи южной границы криолитозоны (как и в других районах) показывает, что за период в 30–40 лет среднегодовая температура воздуха колеблется в пределах 3–4 °С в условиях естественного климатического тренда. Это никак не связано с вековыми климатическими тенденциями. Следовательно, вблизи южной границы, в широтной полосе, измеряемой десятками и даже сотнями километров, многолетнемерзлые породы могут возникать без всяких глобальных похолоданий. А вопрос о том, могут ли они так же исчезать, автору представляется открытым, поскольку массивы многолетнемерзлых толщ обладают существенной инерционностью.

Вместе с тем надо признать, что часто те или иные выводы об изменении конфигурации южной границы многолетнемерзлых пород делаются не только на основе анализа климатических трендов, но и в условиях недостаточности знаний о реальном распространении островов многолетнемерзлых пород на южном пределе их распространения.

ВЫВОДЫ

1. На основе анализа расположения вновь обнаруженных и малоизвестных местонахождений островов многолетнемерзлых пород уточнено положение южной границы современного распространения многолетнемерзлых толщ в Западной Сибири: а) на западе региона она проходит вблизи 60° с.ш. (близ линии от пос. Полуночное до пос. Октябрьское); б) в центре граница многолетнемерзлых толщ располагается южнее широтного течения Оби (близ линии от г. Пыть-Ях до пос. Новый Васюган); в) на востоке она смещается к 57° с.ш. (близ поселков Белый Яр, Ягодное, Асино).

2. Многолетнемерзлые массивы, встреченные у южной границы криолитозоны (в ядрах бугров пучения, в темнохвойных лесах, у бровок террас), не являются аномальными, а представляют собой типичные образования зоны спорадического распространения многолетнемерзлых толщ.

3. Колебания среднегодовых температур воздуха с амплитудой 3–4 °С наблюдаются в ходе естественных климатических трендов за период 30–40 лет. При этом во время более холодной фазы вблизи южной границы криолитозоны (на заторфованных или затененных замшелых участках) могут возникать массивы многолетнемерзлых грунтов. Эти мерзлые массивы обладают высокой инерционностью, и во время более теплой фазы они могут не протаивать.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (проект 11-05-01141) и Федеральной целевой программы “Научные и научно-педагогические кадры инновационной России” на 2012–2013 гг. (лот 2012-1.1-12-000-1008-018, соглашение 8339).

Литература

- Баранов И.Я.** Южная граница области многолетней мерзлоты. М., Госгеолтехиздат, 1940, 140 с.
- Баулин В.В.** Геокриологические условия Западно-Сибирской низменности / В.В. Баулин, Е.Б. Белопухова, Г.И. Дубиков, Л.М. Шмелев. М., Наука, 1967, 214 с.
- Белопухова Е.Б.** Особенности распространения многолетнемерзлых пород Западной Сибири // Тр. ПНИИИС, 1972, т. 18, с. 94–99.
- Берг Л.С.** Повышение средней годовой температуры воздуха в Екатеринбурге (Свердловске) за период 1836–1923 гг. // Природа, 1928, № 2, с. 172–173.
- Берг Л.С.** Современное изменение климата в сторону потепления // Природа, 1938, № 4, с. 27–33.
- Боч С.Г.** О нахождении вечной мерзлоты на Северном Урале // Природа, 1938, № 5, с. 80–84.
- Боч С.Г.** Гидролакколиты и торфяные бугры на Урале // Материалы по геоморфологии Урала. М., Госгеолтехиздат, 1948, вып. 1, с. 245–248.
- Васильчук Ю.К.** Выпуклые бугры пучения многолетнемерзлых торфяных массивов / Ю.К. Васильчук, А.К. Ва-

- сильчук, Н.А. Буданцева, Ю.Н. Чинова. М., Изд-во Моск. ун-та, 2008, 571 с.
- Воейков А.И.** О мерзлоте в Сибири по линиям предполагаемых железных дорог // Журн. МПС, 1889, № 13, отд. 4, с. 246–252.
- Геокриологическая** карта СССР м-ба 1:2 500 000 / Под ред. Э.Д. Ершова, К.А. Кондратьевой. М., МГУ; ПГО Гидроспецгеология, 1991, 16 л.
- Говорухин В.С.** Бугристые болота Северной Азии и потепление Арктики (Западная Сибирь, бассейн р. Сев. Сосьва) // Ученые зап. Моск. областного пед. ин-та. М., 1947, т. IX, с. 106–124.
- Городков Б.Н.** Крупнобугристые торфяники и их географическое распространение // Природа, 1928, № 6, с. 599–601.
- Датский Н.** Вечная мерзлота в районе р. Мезени и Мезенской губы // Вестн. АН СССР, 1934, № 5, с. 57–58.
- Дубиков Г.И., Шмелев Л.М.** Многолетнемерзлые грунты у южной границы их распространения между Уралом и р. Обью // Тр. ПНИИИС, 1976, вып. 49, с. 86–110.
- Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н.** Современные криоморфозы в ландшафтах южной тайги Западной Сибири // География и природ. ресурсы, 2007, № 1, с. 96–100.
- Земцов А.А.** Многолетнемерзлые породы в пойме р. Енисея // Тр. Ин-та мерзлотоведения им. В.А. Обручева. М., Изд-во АН СССР, 1962, т. 19, с. 72–74.
- Ильин Р.С.** Природа Нарымского края // Материалы по изучению Сибири. Т. II. Томское отделение общества изучения Сибири и ее производительных сил. Томск, 1930, 346 с.
- Качурин С.П.** Отступление вечной мерзлоты // Докл. АН СССР. Н.С., 1938, т. XIX, № 8, с. 593–597.
- Куницын Л.Ф.** Многолетняя мерзлота и связанные с ней формы рельефа на северо-западе Западно-Сибирской низменности // Вопросы физической географии. М., Изд-во АН СССР, 1958, с. 313–337.
- Лурье И.С., Поляков С.С.** К вопросу о южной границе распространения многолетнемерзлых пород в Западной Сибири // Мерзлотные исслед., 1966, вып. 6, с. 155–159.
- Львов Ю.А.** Болота Тым-Вахского междуречья // Природа и экономика севера Томской области (Материалы комплексной экспедиции по изучению природных условий, естественных ресурсов и экономики нефтегазоносных районов Томской области). Томск, Изд-во Том. ун-та, 1977, с. 118–133.
- Миддендорф А.Ф.** Путешествие на север и восток Сибири. В 2 ч. Ч. 1. Север и восток Сибири в естественно-историческом отношении. СПб., Тип. Императ. Акад. наук, 1860, 314 с.
- Мульдьяров Е.Я.** Мерзлотный торфяник на междуречье Кети и Чулыма // Ледники и климат Сибири. Томск, Изд-во Том. ун-та, 1987, с. 84–85.
- Обручев В.А.** Мои путешествия по Сибири. М.; Л., Изд-во АН СССР, 1948, 274 с.
- Петров В.Г.** Новый вариант южной границы вечной мерзлоты в Западной Сибири // Тр. Комис. АН СССР по изучению вечной мерзлоты, 1937, вып. 5, с. 105–108.
- Повх И.Л.** Вечная мерзлота в Самарове на Оби // Тр. Комитета АН СССР по вечной мерзлоте, 1940, т. 9, с. 30–35.
- Попов А.И.** Вечная мерзлота в Западной Сибири. М., Изд-во АН СССР, 1953, 230 с.
- Сумгин М.И.** Вечная мерзлота почвы в пределах СССР. Изд. 2-е, доп. М.; Л., Изд-во АН СССР, 1937, 379 с.
- Трофимов В.Т.** Экзогеодинамика Западно-Сибирской плиты (пространственно-временные закономерности) / В.Т. Трофимов, Ю.Б. Баду, Ю.К. Васильчук и др. М., Изд-во Моск. ун-та, 1986, 246 с.
- Трофимов В.Т.** Геокриологическое районирование Западно-Сибирской плиты / В.Т. Трофимов, Ю.Б. Баду, Ю.К. Васильчук и др. М., Наука, 1987, 222 с.
- Тумель В.Ф.** Карта распространения вечной мерзлоты в СССР // Мерзлотоведение. М., Изд-во АН СССР, 1946, т. 1, с. 5–11.
- Фотиев С.М.** Закономерности развития криогенных толщ на территории СССР и их влияние на формирование подземных вод в различных геоструктурных условиях: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. М., 1979, 58 с.
- Ячевский Л.А.** О вечномерзлой почве в Сибири // Изв. РГО, 1889, т. 25, вып. 5, с. 341–355.
- Blyakharchuk T.A., Sulerzhitsky L.D.** Holocene vegetational and climatic changes in the forest zone of Western Siberia according to pollen records from the extrazonal palsa bog Bugris-toye // The Holocene, 1999, vol. 9, iss. 5, p. 622–627.
- Froese D.G., Westgate J.A., Reyes A.V. et al.** Ancient permafrost and a future, warmer Arctic // Science, 2008, vol. 321, No. 5896, p. 1648.
- Zimov S.A.** Implications of ancient ice // Science, 2009, vol. 323, No. 5915, p. 714–715.

Поступила в редакцию
29 мая 2012 г.