

ЛОКАЛЬНЫЕ ЛАНДШАФТЫ КАК ИНДИКАТОРЫ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА)

Г.Г. Осадчая, Н.В. Тумель*

*Институт управления, информации и бизнеса, кафедра экологии и природопользования,
169316, Республика Коми, Ухта, ул. Сеньюкова, 15, Россия; galgriosa@yandex.ru*

** Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический ф-т,
119991, Москва, Ленинские горы, 1, Россия; ntumel@mail.ru*

Геокриологическая зональность проявляется в закономерных изменениях мерзлотных параметров территории. Существуют значительные разночтения в геокриологическом зонировании Большеземельской тундры, требующие уточнения границ геокриологических зон и подзон. В качестве основного показателя зональной принадлежности предлагается использовать локальные (в ранге урочищ) ландшафты-индикаторы. Индикаторами могут служить группы лесных, болотных, тундровых урочищ и торфяников. В целом наиболее значимым показателем при использовании урочищ-индикаторов в геокриологическом зонировании является криогенный рельеф. Поэтому универсальной группой индикаторов является группа урочищ торфяников, в меньшей степени – тундр. Болотные урочища для индикации практически не применяются. Урочища лесов могут в некоторых случаях служить индикаторами, но независимо от мерзлотных характеристик.

Геокриологическая зональность, ландшафтная индикация, урочища

LOCAL LANDSCAPES AS INDICATORS OF GEOCRYOLOGICAL ZONING (CASE STUDY: EUROPEAN NORTH-EAST)

G.G. Osadtchaya, N.V. Tumell*

*Management, Information and Business Institute, Department of Ecology and Nature Management,
169316, Komi Republic, Ukhta, Senyukov str., 15, Russia; galgriosa@yandex.ru*

** Lomonosov Moscow State University, Department of Geography,
119991, Moscow, Leninskie Gory, 1, Russia; ntumel@mail.ru*

Geocryological zoning is demonstrated in regular changes of the character of permafrost parameters of a territory. There are considerable discords when defining geocryological zoning of Bolshezemelskaya tundra, which demand defining more precisely the borders of geocryological zoning and subzones. It is supposed to use the landscapes-indicators (in range of local landscapes) as main index of zone belonging. It is possible to use the groups of forest, marshy, tundra local landscapes and peatbogs as indicators. On whole the cryogenic relief is the most considerable index when the local landscapes-indicators are used for geocryological zoning. That is why the universal group of indicators is the group of peatbogs, seldom – tundra. Marshy local landscapes are practically not used for indication. Forest local landscapes in some cases can be the indicators, but they do not depend on frost characteristic.

Geocryological zonality, landscape indication, local landscapes

ВВЕДЕНИЕ

Индикационные свойства ландшафтов по отношению к мерзлотным характеристикам широко используются в научных исследованиях и изысканиях под различные хозяйственные объекты. Метод ландшафтной индикации применяется более 70 лет. Он положен в основу мерзлотно-инженерных оценок при проведении мерзлотных съемок в различных регионах криолитозоны начиная с 30-х гг. прошлого столетия. Использование этого метода позволяет экономить средства при получении мерзлотной информации [Тумель, 1945; Кудрявцев, 1961; Кудрявцев и др., 1973; Изучение...

1992]. Масштаб исследований с применением ландшафтно-индикационного метода может быть различным: от мелких масштабов для оценочных, стратегических, научных целей до изысканий под конкретные сооружения.

Основной спектр природных характеристик, которые с той или иной точностью указывают на мерзлотные компоненты, – это рельеф, растительность, гидроморфность. Степень связи “ландшафт–мерзлота” различна. Если ранжировать мерзлотные характеристики с этой точки зрения, то наиболее четко опознаются через ландшафт та-

лики или острова и массивы мерзлых пород на юге криолитозоны, затем глубина сезонного протаивания, в ряде случаев среднегодовая температура мерзлоты. Значительно слабее связь физиономичности ландшафта по отношению к криогенному строению или мощности многолетнемерзлых пород (ММП). Криогенные процессы и их следствие – криогенные формы рельефа, напротив, сами являются неотъемлемой частью индикационных свойств ландшафтов, так как регулируют распределение растительности, снега и воды на поверхности.

Масштаб исследований накладывает свои ограничения на эффективность метода ландшафтной индикации. Он наиболее результативен при среднемасштабных работах (1:25 000–1:100 000) на локальном уровне. Мелкомасштабные и обзорные работы требуют более осторожного подхода к связи мерзлоты с ландшафтной ситуацией, хотя хорошо известно, что и в этом случае основой мерзлотного картографирования является ландшафтная карта. Наиболее очевидным примером отсутствия достаточно жестких, определенных связей между ландшафтом и мерзлотой является поведение южной границы криолитозоны России. Она, как хорошо известно, на западе Европейского Севера проходит по границе южной тундры, в Большеземельской тундре и Западной Сибири “режет” северную тайгу, опускается далеко на юг примерно по меридиану Енисея, сечет южную тайгу и степи Средней Сибири. Примерно такое же несоответствие наблюдается между границами ландшафтов и основными типами распространения ММП. Это наиболее очевидно по отношению к криолитозоне России в целом. Однако если рассматривать мелкомасштабные карты (от 1:2 500 000 и мельче) отдельных регионов (Европейский Север, Западная Сибирь, Якутия, Восточная Сибирь), то ландшафтная индикация снова начинает работать весьма эффективно. В первую очередь это характерно для аккумулятивных и денудационных равнин, в пределах которых распространение, температура, глубина протаивания, а нередко и льдистость коррелируются теми или иными геосистемами. Горные территории, слабо изученные в мерзлотном отношении, картографируются на региональном уровне с учетом высотной ландшафтной поясности.

В пределах крупных регионов, таких как Большеземельская тундра, ландшафтная индикация характеризуется большой “точностью” определения мерзлотной ситуации. Это прежде всего относится к такой первостепенной проблеме, как проведение южной границы криолитозоны и границ между типами распространения ММП по площади (от сплошной до островной). Однако в рассматриваемом регионе необходим детальный анализ спектра локальных ландшафтов в ранге

урочищ. Урочища, сложенные ММП, дают возможность оценить вертикальное строение мерзлоты (сливающийся и несливающийся ее типы) в дополнение к ее распространению по площади.

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Многолетнемерзлые породы Европейского Северо-Востока (Большеземельской тундры) являются объектом изучения с начала 1930-х гг. Первоначально основным территориальным объектом исследований служил Печорский угольный бассейн, с начала 1970-х гг. – главным образом Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция. Полученная за этот период мерзлотно-инженерно-геологическая информация систематизировалась, постоянно уточнялись существующие представления о мерзлотных особенностях региона.

Специфика инженерно-геологических условий криолитозоны предполагает взаимоучет региональных и зональных факторов природной обстановки. К региональным относятся особенности геологического строения, тектонические условия, генезис и состав пород, геоморфологические условия и т. п. К зональным – широтная (в том числе геоботаническая) и связанная с ней геофизиологическая зональность, которая проявляется в закономерных изменениях характера температурного режима, параметров сезонномерзлого и сезонноталого слоев (СМС, СТС), криогенных процессов и явлений в различных природно-климатических зонах и подзонах.

Широко известна обзорная карта геофизиологического районирования криолитозоны, представленная в монографии “Геофизиология СССР” [1988]. Существующие к настоящему времени мелкомасштабные геофизиологические карты [Геофизиологическая карта..., 1997; Oberman, Mazhitova, 2003] напрямую не отражают мерзлотную зональность: на них показаны участки с различным распространением ММП, не объединенные в зоны и подзоны. Схематические карты более крупного масштаба (1:200 000 и 1:1 000 000 соответственно в [Осадчая, 1989; Маслов, 2005]) составлены для отдельных частей криолитозоны региона. Имеющаяся геофизиологическая карта масштаба 1:500 000, выполненная в 1980-е гг. институтом ПечорНИПИнефть, является внутренней (ведомственной) информацией. Все карты требуют уточнения в соответствии с обновленной полевой и дистанционной мерзлотной информацией.

В данной работе предпринята попытка уточненного геофизиологического зонирования региона с использованием в качестве индикаторов зональности локальных ландшафтов в ранге урочищ. Фактологической основой служат результаты многочисленных, преимущественно собственных, полевых материалов, включая крупномасштабные специальные карты.

Соответствие природной и геокриологической зональности

Природные зоны и подзоны	Геокриологическая подзона (% от общей площади криолитозоны)	Площадь мерзлых пород (%)	Геокриологическая зона (% от общей площади)
Зона тундр	I – <i>сплошного</i> распространения ММП (43)	>90	Северная криолитозона (58)
Подзона северной лесотундры	II – <i>прерывистого</i> распространения ММП (15)	50–90	
Подзона южной лесотундры	III – <i>массивно-островного</i> распространения ММП (17)	10–50	Южная криолитозона (42)
Северная часть подзоны крайне-северной тайги	IV – <i>островного</i> распространения ММП (25)	<10	

В основу геокриологического зонирования положены классические представления о геокриологических зонах и подзонах [Методика..., 1970]. Вся криолитозона подразделяется на северную, где преобладают ММП, и южную, где доминируют участки без ММП. В северной криолитозоне выделяются подзоны сплошного и прерывистого распространения ММП. В первом случае сквозные талики занимают не более 10 % площади подзоны, во втором – 10–50 %. В южной криолитозоне выделяются подзоны массивно-островного и островного распространения ММП, для которых развитие современной мерзлоты фиксируется соответственно на 10–50 % и менее чем на 10 % площади подзоны.

Мощность современных ММП не оговаривается, т. е. участки с ультрамаломощной мерзлотой (менее 3–5 м) можно считать мерзлыми. Площади, где кровля мерзлоты заглублена, также относим к многолетнемерзлым. Учет этих позиций весьма важен при проведении зонирования, так как в настоящее время широко используются методы космического дешифрирования, которые на подобных участках не всегда “срабатывают”, указывая на отсутствие ММП. При этом тальми участками “смотрятся” и несквозные талики, что приводит к неточностям при оценке мерзлотной ситуации.

В Большеземельской тундре присутствуют все зональные типы мерзлоты. На территории выделяются два почвенно-биологических пояса: полярный (холодный), которому соответствуют растительные подзоны южной и северной (типичной) тундр, и бореальный (умеренно холодный), которому соответствуют растительные подзоны лесотундры (южной и северной) и крайнесеверной тайги. С геоботанической зональностью тесно связано геокриологическое зонирование территории. По мерзлотно-температурным особенностям в регионе выделяются геокриологические подзоны сплошной (I), прерывистой (II), массивно-островной (III) и островной мерзлоты (IV), которые условно совпадают соответственно с зонами и подзонами тундры, северной лесотундры, южной лесотундры и северной частью крайнесеверной тайги

(см. таблицу). Систематизация мерзлотно-инженерно-геологической информации проведена внутри природных (геокриологических) зон (подзон). При этом произведено выделение таксонов более низкого ранга – урочищ, что позволяет унифицировать природную информацию локального уровня [Кирикова, Осадчая, 1987; Осадчая, 1999; Осадчая, Тумель, 2003; Осадчая, Ситников, 2006].

Если сравнить площади, занимаемые различными типами ММП в Большеземельской тундре и в целом в криолитозоне РФ, то в последнем случае обнаруживается значительно большая контрастность площадей. Во всей российской криолитозоне сплошные и прерывистые ММП занимают 71 %, а южные типы – 29 % ее площади [Тумель, Королева, 2008]. Большая “уравновешенность” севера и юга криолитозоны Большеземельской тундры объясняется в первую очередь равнинностью территории, что определяет ведущую роль климатической и геоботанической зональности в формировании мерзлотных условий. Это, в свою очередь, отражается на группах урочищ в качестве индикаторов мерзлых и талых пород.

КРАТКАЯ ПРИРОДНО-ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛОКАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ РЕГИОНА

Обширный фактический материал позволил охарактеризовать локальные типы ландшафтов, выделенные в регионе. Составлен кадастр репрезентативных урочищ криолитозоны Тимано-Печорской провинции, включающий более 30 основных видов [Долгова и др., 1997; Осадчая, Долгова, 2004; Маслов, 2005]. Для удобства систематизации урочища сгруппированы в шесть основных групп по типу растительности: лесная, болотная, торфяники, тундровая, луговая и поемная. В каждой из групп выбраны репрезентативные, фоновые для определенных природных условий, урочища. При дальнейшей характеристике не рассматриваются малопредставительная луговая группа (урочища приурочены к придолинным поверхностям), урочища, характерные для надпойменных террас, а также поемные урочища (приурочены к интразо-

нальным ландшафтам и морскому пляжу). Приведены сокращенные названия урочищ (не указаны характерные почвы, по необходимости описан мезорельеф, упрощено название растительных формаций), каждому для удобства присвоен условный индекс.

Лесные урочища

1а – Лес елово-березовый и еловый кустарниково-кустарничково-мохово-лишайниковый. Урочище распространено в подзонах II–IV. Преимущественно развито на талых грунтах. В лесотундре встречены вытянутые по форме участки с ММП как сливающегося, так и несливающегося типов (не более 5%), в основном в переходной зоне между региональными ландшафтами [Осадчая, 2005]. Мерзлота визуальна не определяется, на снимках практически не дешифрируется.

1б – Лес елово-березовый и еловый моховой заболоченный. Урочище распространено в подзонах II–IV. Развито на талых грунтах.

1в – Редколесье елово-березовое мохово-лишайниковое. Урочище распространено в подзонах II, III. Встречены участки с ММП сливающегося типа (менее 5%), мерзлота не дешифрируется, визуальна не определяется.

1г – Лес еловый лишайниковый. Урочище распространено в подзонах II–IV. Развито на талых грунтах.

1д – Лес сосновый и сосново-березовый лишайниковый. Урочище распространено в подзоне IV, реже III. Развито на талых грунтах.

Болотные урочища

2а – Болото топяное травяно-моховое. Урочище распространено в подзонах III и IV, реже II. Развито на талых грунтах. Для подзоны IV отмечена тенденция: при осушении территории (природного характера) возможно возникновение новообразований ММП, вплоть до перехода урочища в другой тип – выпуклобугристых торфяников.

2б – Болота кочковатые кустарниково-кустарничково-травяно-моховые с отдельными деревьями. Урочище распространено в подзонах II–IV. Развито на талых грунтах, встречаются новообразования ММП.

2в – Болото грядово-мочажинное (озерковое) кустарничково-травяно-моховое. Урочище распространено в подзоне IV, реже III вблизи ее границ с подзоной IV. К торфяным грядам приурочены маломощные высокотемпературные ММП (до 30%), но иногда грядки талые. Многолетнемерзлые породы дешифрируются не всегда.

2г – Плоские обширные термокарстовые понижения пушицево-осоково-моховые с багульником. Урочище распространено в подзонах I, II. Как самостоятельное урочище выделяется только в

крупном масштабе, обычно включается в урочище торфяников. В подзоне I повсеместно развиты высокотемпературные ММП, преимущественно сливающегося типа. В подзоне II наблюдается сложное чередование талых и мерзлых участков.

2д – Болото осоково-травяно-моховое с ивняком. Урочище распространено в подзонах II–IV. Развито на талых грунтах, встречаются новообразования ММП.

Урочища торфяников

3а – Торфяники плоскобугристые багульниково-морошково-мохово-лишайниковые на буграх и пушицево-осоково-сфагновые в межбугровых понижениях. Урочище распространено в подзонах I–III. В подзоне III оно характеризуется мерзлыми буграми и талыми межбугровыми понижениями. В подзоне II часть межбугровых, особенно в северной части, мерзлые, редко с несливающейся мерзлотой. В пределах урочища встречаются фрагменты полигонального мезорельефа с полигонально-жильными льдами (ПЖЛ), активное развитие которых продолжается [Осадчая, Тумель, 2007]. В подзоне I в пределах урочища ММП развиты повсеместно. Современное развитие термокарстовых процессов фиксируется крайне редко, заметное развитие термообразования.

3б – Торфяники плоские полигональные багульниково-морошково-лишайниковые на блоках и пушицево-осоково-сфагновые с березкой в межполигональных понижениях. Как самостоятельное урочище выделяется в подзоне I. Многолетнемерзлые породы развиты повсеместно. Продолжается, но не во всех случаях, активное развитие ПЖЛ, отмечено развитие термоабразии и термоэрозии.

3в – Торфяники плоские заозеренные с лишайниково-багульниковыми ассоциациями на грядах и пушицево-осоково-сфагновыми в межгрядовых понижениях. Урочище выделяется в подзоне I. Многолетнемерзлые породы развиты повсеместно. Наблюдаются процессы термокарста, термоабразии, фиксируется морозобойное расстрескивание на грядах.

3г – Торфяники выпуклобугристые с лишайниково-багульниковыми ассоциациями на буграх и багульниково-морошково-сфагновыми с ерником в межбугровых понижениях. Урочище распространено в подзонах II–IV. Характеризуется мерзлыми буграми и талыми межбугровыми понижениями. В подзоне II урочище находится преимущественно в стабильном состоянии, в подзонах III и IV наблюдается активный рост бугров и развитие новообразований в межбугровых понижениях [Осадчий, Осадчая, 2008].

3д – Хасыреи с ерниково-багульниково-лишайниковыми ассоциациями на блоках и осоково-разнотравными с ивняками на днище. Хасыреи представляют собой котловины спущенных озер

(топонимика ненцев). К группе урочищ торфяников отнесены условно, так как в зрелой стадии развития они приобретают сходный с торфяниками характер растительности. Урочище распространено в подзонах I и II. В подзоне II днища хасыреев преимущественно талые, за исключением новообразований ММП (бугров). В подзоне I мерзлотное строение более сложное. В зависимости от стадии развития на днище выделяются участки с несливающимися и слоистыми ММП, а также ММП сливающегося типа. Бугры мерзлые по всему разрезу.

Тундровые урочища

4а – Тундры плоско- и пологоволнистые ерничково-ивняково-кустарничково-моховые, багульниково-лишайниковые с ерником, с отдельными деревьями. Урочище распространено в подзонах II–IV. В подзоне IV урочище представлено незначительно. Многолетнемерзлые породы отсутствуют (за редким исключением, когда урочище развито на участках карста). Для подзон II, III характерно сложное сочетание талых и мерзлых участков при значительном преобладании талых. Если позволяет масштаб, мерзлые участки выделяют как самостоятельные урочища. Мощность ММП может составлять как 6–30 м, так и менее 6 м (участками 1–2 м, мерзлота устойчивая). Несливающиеся мерзлые породы не характерны.

4б, 4в – Тундры соответственно слабовогнутых пологих склонов, плоских междуречий, долин с ивняками древовидными разнотравно-травяно-моховыми и с отдельными выпуклыми ерничково-ивняково-мохово-лишайниковыми блоками. Урочища распространены в подзонах I, II. В подзоне I к ним приурочены несквозные талики, в подзоне II – сквозные. Мерзлые с поверхности бугры характерны для *4б*, мощность ММП под буграми в среднем 6–10 м.

4г, 4д, 4ж – Тундры соответственно крупно-, среднеблочные и нечетко блочные багульниково-ерничково-лишайниково-моховые с ивой на блоках и ивняками разнотравно-моховыми в межблочьях. Урочища распространены в подзонах I, II. В подзоне I мерзлота на блоках сливающегося типа. В урочищах *4д* и *4ж* в межблочьях развиты несквозные талики, в северной части подзоны на высоких водоразделах межблочья мерзлые. В урочище *4г* в межблочьях несквозные талики встречаются крайне редко. В подзоне II в межблочьях развиваются сквозные талики, на блоках мерзлота как сливающегося, так и несливающегося (в восточном секторе региона) типов.

4е – Тундры мелкополигональные лишайниково-водянично-амприковые. Урочище достаточно редко встречается в подзоне I, развивается на песках, характеризуется повсеместным развитием ММП сливающегося типа.

4з – Тундры плоские придолинные осоково-пушицево-злаково-мохово-лишайниковые и ерничково-ивняково-лишайниково-моховые. Урочище распространено в подзонах I, II. В подзоне I мерзлота, как правило, сливающегося типа, развита повсеместно. В подзоне II ММП как сливающегося, так и несливающегося типов, под временными водотоками, секущими урочища, могут формироваться сквозные талики. Редкими фрагментами отмечаются талые участки.

4и – Тундры холмообразные лишайниково-водянично-амприковые со злаками и кустарничками. Урочище достаточно редко встречается в подзоне I, развивается на песках, характеризуется практически повсеместным развитием ММП сливающегося типа, между холмами могут формироваться несквозные талики.

Схема географического (зонального) распространения урочищ приведена на рис. 1. Анализ рисунка позволит выбрать урочища-индикаторы для проведения геокриологического зонирования.

Криолитозона	Подзона	Индекс урочища													
		Лес			Болото			Торфяники				Тундры			
		1а, б, г	1в	1д	2а, б, д	2в	2г	3а	3б, в	3г	3д	4а	4б, в, г, д, ж	4е, и	4з
I															
II															
III															
IV															
Вне криолитозоны															

Рис. 1. Зональная приуроченность (серая заливка) репрезентативных урочищ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ ПРИ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКОМ ЗОНИРОВАНИИ

На первом этапе геокриологического зонирования необходимо определить южную границу криолитозоны и разделить северную и южную криолитозоны.

Ландшафтная индикация южной границы криолитозоны

Южная граница ММП проводится на следующих основаниях. Для западного сектора равнинной криолитозоны Евразии она определяется по устойчивым многолетнемерзлым образованиям, развитым в торфяных грунтах [Городков, 1928]. В качестве индикатора, таким образом, можно считать природно-территориальные комплексы крайнесеверной тайги, развивающиеся на **торфяных грунтах**, в пределах которых однозначно существуют ММП.

К южной границе криолитозоны приурочены два вида урочищ (2в, 3г), где может существовать мерзлота.

Если мы выделяем урочище 3г, в его пределах ММП развиты обязательно, причем на значительной площади (30–70 % урочища). Это урочище легко дешифрируется, до появления дистанционных методов “бугристость” отражалась на топографических картах не только крупного, но и среднего масштабов. Именно урочище 3г первоначально являлось индикатором при отведении южной границы мерзлоты (30-е гг. XX в.).

Что касается урочища 2в, оно также легко дешифрируется и определяется по топооснове. На существующих мелкомасштабных картах [Геокриологическая карта..., 1997; Oberman, Mazhitova, 2003] наиболее южное положение мерзлоты в регионе приурочено к обширным участкам развития грядово-мочажинных болот. Несмотря на то что развитие устойчивой мерзлоты в их пределах может достигать 30 %, зафиксированы многочисленные случаи, когда на “грядках” мерзлоты нет совсем. Поэтому можно считать нецелесообразным использовать это урочище в качестве индикатора южной границы криолитозоны региона.

Особо следует сказать о стабильности южной границы криолитозоны. Если ориентироваться на крайнеюжное положение урочища 3г, то традиционно граница проводилась севернее субширотного колена р. Печора и участка нижнего течения р. Уса (начиная от впадения в нее р. Адзъва). Восточнее криолитозона “спускалась” южнее р. Уса, далее несколько “повышалась” к северу с приближением к Уралу. Исключение составляли изолированный участок на левобережье р. Печора ниже впадения в него р. Уса и аналогичный в приустьевой части р. Уса по ее левобережью в междуречье рек Печора

и Сыня [Геокриология..., 1988; Геокриологическая карта..., 1997]. По данным Н.Г. Обермана [Oberman, Mazhitova, 2003], эти участки ММП прекратили свое существование, мерзлота деградировала.

Однако полевые исследования указывают на то, что последние десятилетия наблюдается активное формирование выпуклобугристых торфяников (3г) вблизи южной границы ММП и несколько южнее ее. Примером может служить крупный массив выпуклобугристых торфяников, который сформировался в пределах Усинского болота (сейчас – заказник, расположен в приустьевой части р. Уса по ее левобережью в междуречье рек Печора и Сыня). Это болото впервые было подробно описано в 1928 г. [Цинзерлинг, 1929]. Тогда на этой территории среди различных видов болот были отмечены грядово-мочажинные, но без признаков мерзлоты. Очередное подробное описание выполнено в начале 90-х гг. прошлого века (см. [Алексеева, Оксанен, 2005]). Описан и зафотографирован крупный массив выпуклобугристых растущих торфяников, возникший на месте травяно-осокового болота. Зафиксировано также формирование массивов 3г на месте топяных болот на южной границе криолитозоны южнее г. Инта [Осадчий, Осадчая, 2008]. Это является свидетельством нестатистичности современной южной границы криолитозоны и тенденции ее продвижения к югу.

Ландшафтная индикация границы между южной и северной криолитозонами

Основное принципиальное различие между северной и южной криолитозонами – преобладание в северной частях с ММП. В целом в регионе крупные массивы преимущественно талых грунтов приурочены к лесам и болотам. **Лесной** тип растительности является доминирующим и в южной лесотундре, и, естественно, в крайнесеверной тайге. Массивы болот занимают заметно меньшие площади. Поэтому в целом провести границу между северной и южной криолитозонами достаточно просто даже используя только топографические карты. В этом случае граница проводится по линии сплошных лесных массивов.

На участках широкого распространения органо-генных отложений и соответственно **урочищ болот и торфяников** это сделать сложнее. Рекомендуется использовать комплекс различных индикаций. С точки зрения появления при продвижении с юга на север новых видов урочищ следует отметить хасыреи (3д), которые в южной криолитозоне не зафиксированы, но при этом легко определяются дистанционными методами. Термокарстовые понижения (2г) с этой точки зрения использовать нельзя – при дешифрировании они легко могут быть приняты за болота, особенно если сложены тальми грунтами или характеризуются за-

глубленной кровлей мерзлоты. Определенные особенности, заметные при применении дистанционных методов, имеют торфяники (*3a*, *3z*). В пределах *3a* могут быть встречены участки с полигональностью. Что касается урочища *3z*, необходимо обратить внимание на степень развития криогенных процессов, а именно пучения. В южной криолитозоне встречаются выпуклобугристые торфяники, как правило растущие, поверхность бугров задернована частично, в северной растущие бугры весьма редки, они обычно задернованы. Использование только комплекса индикационных признаков позволит обоснованно провести границу на подбоях участках.

Разграничить геофизиологические зоны на участках развития **тундр** можно с учетом криогенного рельефа: блочность (легко дешифрируется) характерна для северной криолитозоны и не встречается в южной.

Таким образом, существуют очевидные индикационные признаки, позволяющие разделить геофизиологические зоны (они же подзоны массивно-островного и прерывистого распространения ММП). Индикация наиболее явственна для лесных и тундровых массивов и менее очевидна для болот и торфяников.

В настоящее время границу между зонами нельзя считать стабильной, так как наблюдается продвижение сплошных лесных массивов к северу [Оберман, 2001; Осадчая, 2003; Oberman, Kuhry, 2004]. Правда, это происходит за счет зарастания участков без ММП (урочище *4a*), т. е. нельзя говорить о деградации на них мерзлоты.

Внутри геофизиологических зон при помощи ландшафтов-индикаторов возможно выделить подзоны.

Ландшафтная индикация границы между подзонами островного (IV) и массивно-островного (III) распространения ММП

Принципиальное отличие подзон в том, что в подзоне III ММП развиваются не только в торфах, но и в минеральных грунтах (в основном на участках тундр). Индикаторами могут служить разные по типу растительности группы урочищ.

Лесные урочища широко развиты в южной криолитозоне. Однако в подзоне III практически не встречается урочище *1d* (за исключением надпойменных террас), а в подзоне IV – урочище *1v*. На космических снимках легко определяется *1d*, а урочище *1v* определяется не всегда.

При анализе распространения **болотных** урочищ следует обратить внимание на грядово-мочажинные болота (урочище *2v*). Оно практически не встречается (за редким исключением) в подзоне III, и на участках развития болот может быть рекомендовано в качестве индикатора.

Урочища **торфяников** также можно легко использовать в качестве индикаторов. Это прежде всего касается урочища *3a*, которое в подзоне IV не встречается.

Тундровые урочища (*4a*) встречаются в обеих подзонах, только на юге развиты незначительными по площади фрагментами, обычно приуроченными к придолинным участкам. При дешифрировании талого или мерзлого состояния тундровых участков можно легко ошибиться.

Ландшафтная индикация границы между подзонами прерывистого (II) и сплошного (I) распространения ММП

Наиболее сложно провести границу между этими подзонами. Особенно это касается участков развития минеральных грунтов. С одной стороны, участки **лесов** и редколесий указывают на принадлежность к подзоне II, а с другой – они очень разрознены и могут использоваться ограниченно.

Урочища **тундр** визуально и по дешифровочным признакам в этих подзонах мало чем отличаются. Исключением являются урочища *4e* и *4u*, но они не встречаются в подзоне II по чисто региональным причинам – развиваются на песках, которые в целом в регионе заметно представлены только на севере. Индикатором является урочище *4a*, которое в тундре (подзона I) не встречается.

Урочища **болот** также не могут быть однозначно использованы, так как в тундре их нет, зато при дешифрировании с ними могут быть спутаны термокарстовые понижения (различия только по “тепловым” снимкам в случае ММП сливающегося типа).

Наиболее очевидными индикаторами служат урочища **торфяников**. Только в подзоне I выделяются *3b* и *3v*, а урочище *3z* отсутствует. Поэтому именно на участках развития органогенных грунтов граница между подзонами наиболее очевидна.

Использование ландшафтов-индикаторов позволяет конкретизировать современные границы между геофизиологическими подзонами. На рис. 2 представлена мелкомасштабная карта-схема геофизиологического зонирования региона.

Сравнительный анализ ландшафтов подзон Большеземельской тундры дает возможность расширить спектр урочищ-индикаторов, указывающих на определенный тип распространения ММП.

В двух южных мерзлотных подзонах выделено 13 различных репрезентативных урочищ (см. рис. 1, 2): 5 лесных, 4 болотных и по 2 торфяников и тундровых, из которых 8 встречаются в обеих подзонах. С точки зрения встречаемости урочищ они сходны на 60 %. Следовательно, задачей определения урочищ-индикаторов является выделение тех, которые наблюдаются только в одной из мерзлотных подзон, или одинаковых урочищ с резко

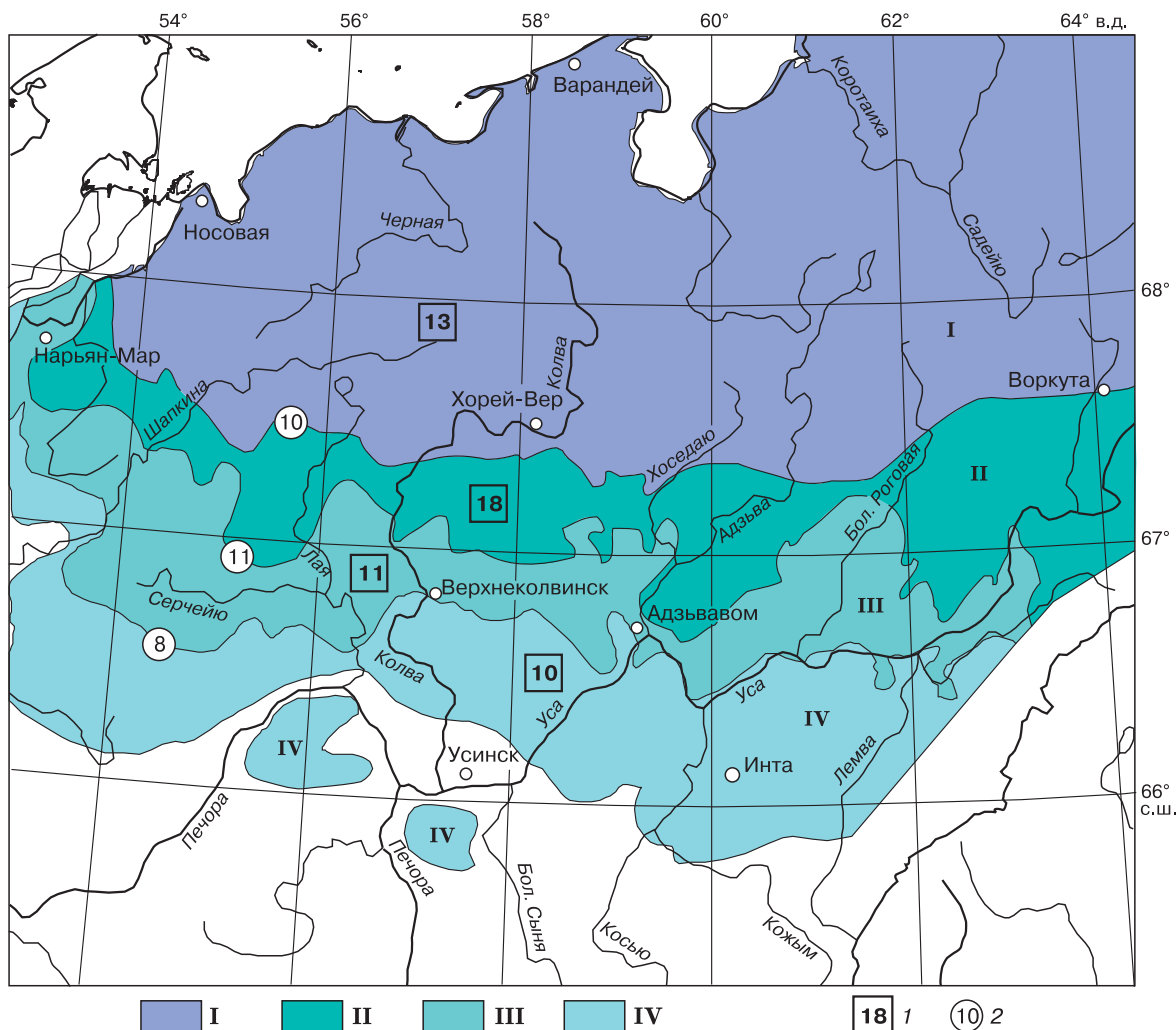


Рис. 2. Схема геокриологического зонирования Большеземельской тундры.

Распространение многолетнемерзлых пород: I – сплошное, II – прерывистое, III – массивно-островное, IV – островное. Количество репрезентативных урочищ: 1 – в пределах геокриологических подзон, 2 – общее для соседних геокриологических подзон.

различными площадями. К первым относятся в пределах островной мерзлоты сосновые леса 1*в* и грядово-мочажинные болота 2*в*, в пределах массивно-островной мерзлоты – редколесья 1*в* и плоскобугристые торфяники 3*а*. Все остальные локальные ландшафты различаются занимаемыми ими площадями.

Сравнение двух смежных подзон массивно-островной и прерывистой мерзлоты показывает следующее. Общее количество репрезентативных фоновых урочищ равно 18 (см. рис. 1, 2): по 4 лесных и болотных, 3 торфяников, 7 тундровых, а одинаковых для обеих подзон – 11. Как и в предыдущем случае, сходство подзон более 60 %. В пределах массивно-островной мерзлоты нет урочищ, которые не встречаются в более северной подзоне.

Последняя же характеризуется широким распространением тундровых ерниковых урочищ, сложенных преимущественно ММП (4*б-ж*), а также более близких между собой термокарстовых понижений 2*г* и хасыреев 3*д* со сложным чередованием мерзлых и талых пород по площади и в разрезе.

К северу ландшафтное разнообразие соседствующих подзон возрастает. В пределах прерывистой и сплошной мерзлоты встречается 22 различных репрезентативных фоновых урочища (см. рис. 1, 2): по 4 лесных и болотных, 5 торфяников и 9 тундровых, из которых лишь 10 общих. Ландшафтная общность подзон значительно меньше 45 %. Это связано с большим ландшафтным разнообразием в подзоне прерывистых ММП, где число репрезентативных фоновых урочищ равно 18, тог-

да как в остальных мерзлотных подзонах колеблется в пределах 10–13. По площади в двух северных подзонах преобладают, естественно, тундры, сглаживающие различия между ними. Самым надежным маркером границы между прерывистой и сплошной мерзлотой является интенсивное и широкое развитие таких криогенных процессов, как морозобойное растрескивание, сопровождающиеся образованием ПЖЛ на больших площадях, локальная термоэрозия, подчеркивающая полигональность (Зб). Причиной этой сложной ландшафтно-мерзлотной ситуации на севере криолитозоны являются климатические условия. Климат сглаживает ландшафтные контрасты, но определяет большую интенсивность мерзлотных процессов, прежде всего морозобойного растрескивания.

ВЫВОДЫ

Проведено уточнение геокриологических зон Большеземельской тундры. Основным показателем зональной принадлежности ММП являются локальные (в ранге урочищ) ландшафты-индикаторы.

В пределах территории выделяются четыре геокриологические подзоны. Каждой соответствует определенный набор урочищ, которые по типу растительности делятся на шесть групп. В качестве индикаторов используются четыре из них: урочища лесные, болотные, торфяников и тундр.

Универсальной группой индикаторов является группа урочищ торфяников:

- выпуклобугристые торфяники используются в качестве индикаторов при определении южной границы криолитозоны, границы между подзонами прерывистой и сплошной мерзлоты;
- плоскобугристые торфяники не развиты в подзоне островной мерзлоты;
- полигональные и плоские заозеренные торфяники характерны для подзоны сплошной мерзлоты;
- хасыреи выделяются в северной криолитозоне.

Группу урочищ болот, напротив, сложно использовать для индикации. Только глядово-мочажинные болота характерны для подзоны островной мерзлоты, хотя могут присутствовать и в южной части подзоны массивно-островного ее распространения.

Группу тундровых урочищ можно использовать в качестве индикаторов при разделении северной и южной криолитозон (по характеру мезорельефа), при разграничении островной и массивно-островной мерзлоты (по степени распространения тундровых участков), прерывистой и сплошной мерзлоты (по распространению пологоволнистых тундр с единичными деревьями).

Лесные урочища являются индикаторами границы северной и южной криолитозон (по характеристике сплошности лесных массивов), границы прерывистой и сплошной мерзлоты (по наличию участков лесов и редколесий). Сосновые леса, как правило, произрастают не севернее подзоны островной мерзлоты.

В целом наиболее значимым показателем при использовании урочищ-индикаторов при геокриологическом зонировании является криогенный рельеф. В южной криолитозоне это прежде всего обширные площади пучения (в основном бугры) в стадии роста, на севере – древний полигонально-блочный рельеф.

Работа выполнена в рамках программы поддержки Ведущих научных школ России (НШ-1097, 2012.5).

Литература

- Алексеева Р.Н., Оксанен П.О.** Растительность и стратиграфия Усинского болота (Республика Коми) // Ботан. журн., 2005, т. 90, № 4, с. 536–543.
- Геокриологическая** карта СССР. М-б 1:2 500 000 / Ред. Э.Д. Ершов. Винница, Карт. предприятие, 1997.
- Геокриология** СССР. Европейская территория СССР / Под ред. Э.Д. Ершова. М., Недра, 1988, 358 с.
- Городков Б.Н.** Крупнобугристые торфяники и их географическое распространение // Природа, 1928, № 6, с. 600–602.
- Долгова Н.Н., Осадчая Г.Г., Кирикова Н.С.** Универсальная региональная дифференциация природных комплексов криолитозоны Тимано-Печорской провинции для целей геоэкологической оценки территории // Инженерно-геологическое обеспечение недропользования и охраны окружающей среды: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Пермь, Перм. ун-т, 1997, с. 84–88.
- Изучение** инженерно-геокриологических и гидрогеологических условий верхних горизонтов пород в нефтегазоносных районах криолитозоны. Методическое руководство / Под ред. Е.С. Мельникова, С.Е. Гречищева, А.В. Павлова. М., Недра, 1992, 28 с.
- Кирикова Н.С., Осадчая Г.Г.** Типы многолетнемерзлых пород нефтегазоносных районов Европейского Северо-Востока // Нефтяная промышленность. Экспресс-информация (отечественный опыт). Сер. Нефтепромысловое строительство, 1987, № 11, с. 22–28.
- Кудрявцев В.А.** Мерзлотная съемка как основной вид мерзлотных исследований // Мерзлотные исслед., 1961, вып. I, с. 3–10.
- Кудрявцев В.А., Гарагуля Л.С., Кондратьева К.А. и др.** Ландшафтно-ключевой метод – основа мерзлотной и инженерно-геологической съемки // Мерзлотные исслед., 1973, вып. XIII, с. 18–25.
- Маслов А.Д.** Основы геокриологии: учеб. пособие / А.Д. Маслов, Н.В. Осадчая, Н.В. Тумель, Н.А. Шполянская. Ухта, Ин-т управления, информации и бизнеса, 2005, 176 с.
- Методика** комплексной мерзлотно-гидрогеологической и инженерно-геологической съемки / Под ред. К.А. Кондратьевой. М., Изд-во Моск. ун-та, 1970, 353 с.

- Оберман Н.Г.** Внутривековая динамика мерзлой зоны европейского северо-востока России // *Материалы Второй конф. геокриологов России*. М., Изд-во Моск. ун-та, 2001, с. 212–217.
- Осадчая Г.Г.** Зональные и региональные закономерности формирования слоя сезонного промерзания–протаивания в западной части Большеземельской тундры: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1989, 17 с.
- Осадчая Г.Г.** Региональные особенности пространственной изменчивости геокриологических условий Тимано-Печорской провинции // *Геология и минеральные ресурсы северо-востока России: новые результаты и перспективы*: Материалы XIII геол. съезда Республики Коми. Сыктывкар, 1999, с. 41–43.
- Осадчая Г.Г.** Стабилизирующие реакции мерзлотных ландшафтов на изменение климатических условий // *Криосфера Земли*, 2003, т. VII, № 4, с. 21–27.
- Осадчая Г.Г.** Особые случаи формирования многолетне-мерзлых пород в Большеземельской тундре // *Приоритетные направления в изучении криосферы Земли: Тезисы междунар. конф.* Пушино, 2005, с. 40–41.
- Осадчая Г.Г., Долгова Н.Н.** Унифицированная схема ландшафтного районирования Большеземельской тундры // *Криосфера нефтегазоносных провинций: Материалы междунар. конф.* Тюмень, 2004, 129 с.
- Осадчая Г.Г., Ситников А.В.** Использование урочищ-индикаторов при геокриологических исследованиях (на примере Большеземельской тундры) // *Проблемы инженерно-геологического обеспечения строительства объектов нефтегазового комплекса в криолитозоне: Материалы науч.-произв. конф.* М., ПНИИИС, 2006, с. 127–130.
- Осадчая Г.Г., Тумель Н.В.** Региональные особенности мерзлотных условий на Европейском Северо-Востоке // *Криосфера Земли как среда жизнеобеспечения: Материалы конф.* Пушино, 2003, с. 298–300.
- Осадчая Г.Г., Тумель Н.В.** Криогенные процессы как индикатор устойчивого состояния геосистем // *Освоение Севера и проблемы природовосстановления: Докл. VI междунар. науч. конф.* Сыктывкар, 2007, с. 136–139.
- Осадчий В.В., Осадчая Г.Г.** Современная мерзлота южной криолитозоны Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // *Криогенные ресурсы полярных и горных регионов. Состояние и перспективы инженерного мерзлотоведения: Материалы междунар. конф.* Тюмень, Изд-во ТюмГНГУ, 2008, с. 258–261.
- Тумель В.Ф.** О мерзлотной съемке // *Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз.*, 1945, т. IX, № 2, с. 135–144.
- Тумель Н.В., Королева Н.А.** Мерзлотно-ландшафтная дифференциация криолитозоны России как основа эколого-геологических исследований // *Инж. геология*, 2008, № 2, с. 11–14.
- Цинзерлинг Ю.Д.** Очерк растительности болот по среднему течению р. Печоры // *Изв. Главн. ботан. сада*, 1929, с. 95–126.
- Oberman N.G., Mazhitova G.G.** Permafrost mapping of Northeast European Russia based on the period of climatic warming 1970–1995 // *Norsk Geogr. Tidsskrift – Norweg. J. Geography*, 2003, vol. 57, No. 2, p. 111–120.
- Oberman N.G., Kuhry P.** Modeling the location of the forest line in NE European Russia with remote sensed vegetation and GIS-based climate and terrain data // *Arctic, Antarctic and Alpine Res.*, 2004, vol. 36, No. 33, p. 314–322.

*Поступила в редакцию
13 сентября 2011 г.*