

## БИОЛОГИЯ, НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 551.340

### АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ МЕРЗЛОТНЫХ УСЛОВИЙ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ И ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЯ<sup>1</sup>

#### ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF PERMAFROST CONDITIONS OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA AND THEIR CONSEQUENCES



© *Игловский* Станислав Анатольевич, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории комплексного анализа космических и наземных данных для экологических целей отдела экологии Института экологических проблем Севера УрО РАН.  
E-mail: iglovskys@mail.ru

© *Iglovsky* Stanislav Anatolyevich, Candidate of Geographical Sciences, Senior Scientific Employee of Laboratory of Complex Analysis of Space and Terrestrial Data for Environmental Purposes of Ecological Department of the Institute of Environmental Problems of the North UB RAS.  
E-mail: iglovskys@mail.ru

**Аннотация.** Охарактеризованы антропогенные изменения мерзлотных условий на ключевых участках Европейского Севера России: село Койда (Мезенская тундра), село Несь (полуостров Канин), село Шойна (полуостров Канин), город Мезень, Вашуткины озера (Большеземельская тундра), Амдерма (Югорский полуостров), северная часть острова Вайгач. Дана геокриологическая характеристика участков и охарактеризованы основные виды антропогенных изменений мерзлотных условий

**Ключевые слова:** антропогенная трансформация, мерзлотные условия, Двинско-Мезенская равнина, полуостров Канин, Вашуткины озера (Большеземельская тундра), Амдерма (Югорский полуостров), остров Вайгач, криогенные процессы

**Abstract.** The anthropogenic changes of permafrost conditions in the key areas of the European North of Russia – village Koida (Mezenskaya tundra), village Nes (Kanin peninsula), village Shoina (Kanin peninsula), Mezen city, Vashutkini lakes (Bol'shezemel'skaya tundra), Amderma (Yugorsky peninsula), the northern part of the island Vaigach. Geocryological characteristics of sites and the main types of anthropogenic changes in permafrost conditions describe

**Keywords:** anthropogenic transformation, permafrost conditions, Dvinsko-Mezenskaya plane, Kanin peninsula, Vashutkini lakes (Bol'shezemel'skaya tundra), Amderma (Yugorsky peninsula), island of Vaigach, cryogenic processes

#### Введение

В настоящее время не вызывает сомнений необходимость оценки антропогенных изменений мерзлотных условий Европейского Севера России в связи с хозяйственной деятельностью человека, что нашло отражение ряде работ [2, 3, 5, 11, 13, 14, 16—21, 25, 26, 28—31,

<sup>1</sup> Исследования выполнены при поддержке РФФИ № 11-05-98806-р\_север\_а; № 10-04-00897, 11-04-98817, программ фундаментальных исследований УрО РАН № 12-П-5-1014, 12-М-45-2062, 12-У-5-1022.

35, 36]. Тем не менее, важно определить локализацию, природу и специфические виды подобных воздействий. Необходима разработка комплекса мероприятий, которые позволят либо исключить из природопользования, либо снизить нагрузку на ряд природных комплексов, расположенных в криолитозоне.

Европейский Север России и прилегающие субарктические регионы играют важную стратегическую роль для социально-экономического развития страны. Здесь сосредоточены крупные месторождения полезных ископаемых, богатейшие запасы биоресурсов. Тем не менее, экосистемы отличаются слабой устойчивостью к антропогенному воздействию и крайне медленной скоростью восстановления. Для исследуемого района характерна территориальная отдаленность от основных промышленных центров РФ, очаговое размещение производительных сил, использование биоресурсного потенциала ландшафтов (традиционные промыслы, фоновое природопользование), малая экологическая емкость природной среды [16].

#### ***Мерзлотные условия района исследований***

В западной части Двинско-Мезенской равнины, на востоке полуострова Канин многолетнемерзлые породы (ММП) распространены в Мезенской равнине, на полуострове Канин и далее их южная граница широтно уходит на восток. На побережье широко развиты термокарстовые озера. Берега Мезенского залива Белого моря интенсивно подвергаются термоденудации и термоабразии [1; 3; 7; 14]. Криогенные процессы термоабразии и термоденудации вдоль Абрамовского (Мезенская тундра) и Конушинского (полуостров Канин) берегов связаны с высотой приливов до 10 м. Максимальные скорости отступления берегов в районе исследования (остров Моржовец, Белое море) отмечались в 1869—1882 гг. и составляли по данным [1] до 39,5 м/год. На территории Двинско-Мезенской равнины и полуострова Канин встречаются ММП позднеголоценового возраста островного и редкоостровного типа распространения. Температуры ММП варьируют от  $-0,5$  на юге до  $-1,0$  °С на севере района. Мощность ММП может достигать до 15 м в Мезенской тундре (село Койда) и до 25 м на востоке полуострова Канин [11, 28, 29, 35]. ММП приурочены в основном к торфяным залежам. В окрестностях села Койда ММП обнаружены в торфяниках (мощность до 10 м), но в минеральных грунтах отсутствуют (рис. 1, 2). На ключевом участке села Несь ММП обнаружены в плоскобугристых тундровых болотах (мощность от 0,4 до 1,0 м) и в торфяниках (мощность в среднем 3 м).

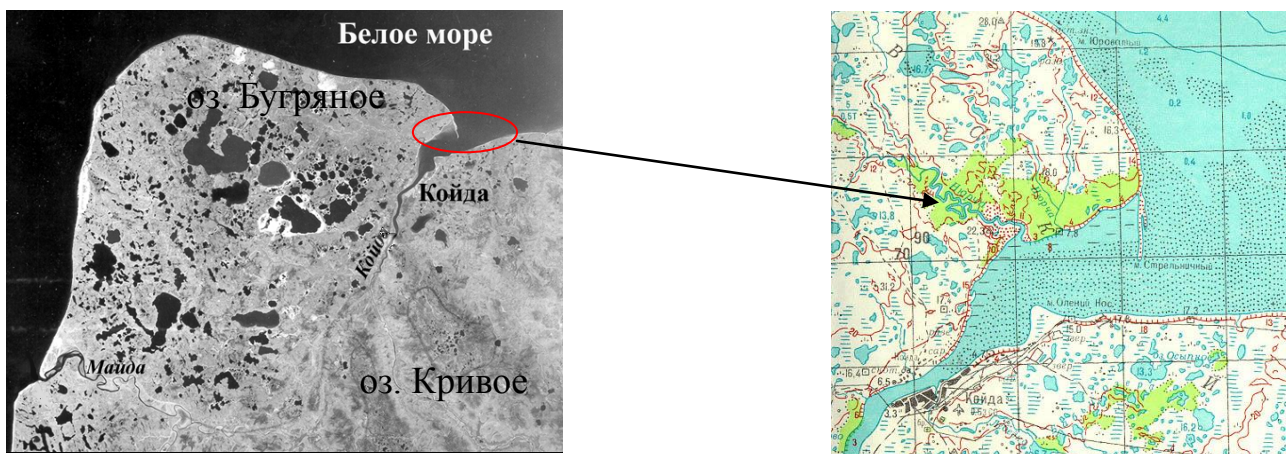


Рис. 1. Фрагмент космического снимка (1986 г.) 1:500 000 масштаба с интенсивным развитием термокарстового рельефа на севере Двинско-Мезенской равнины (полужирная красная линия — зона развития березового криволеся в зоне развития карста)



Рис. 2.1. Миграционный многолетнемерзлый бугор пучения в селе Койда (сентябрь 2009 г.)



Рис. 2.2. Бурение скважины на миграционном бугре пучения: А — бурение, Б — керн, вскрывший немерзлый песок под слоем мерзлого торфа (фото С. А. Игловского, Н. Г. Скютте)

В тундрах Конушинского берега высота миграционных бугров пучения достигает до 2 м. В северной части Канинской тундры на ключевом участке села Шойна ММП приурочены к плоскобугристым болотам. Мощность торфа в них составляет от 0,1 до 0,3 м при высотах бугров от 0,5 до 1 м и диаметре до 3 м. Миграционные бугры пучения имеют двухслойное строение — это моренные суглинки (мощность до 0,7 м), перекрытые сверху торфяными отложениями мощностью до 0,3 м. По геоэкологическому районированию [3] терри-

тория попадает в неустойчивую область с неудовлетворительной защищенностью подземных вод.

К югу от возвышенностей Большой Ходя-Мыльк и Большой и Малой Сава-Мыльк располагаются Вашуткины озера; некоторые из них вытянуты в длину на 3—4 км [8, 9]. Они попадают в область сплошного распространения ММП. Максимальные мощности ММП от 470 до 510 м зафиксированы на междуречьях рек Адзъва (рис. 3) и Море-Ю, Шапкина и Черная [3]. Для них характерны наиболее низкие в регионе температуры (до  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Среди криогенных процессов следует выделить морозное пучение, морозобойное растрескивание, термоэрозию и термокарст, солифлюкцию, криогенное сплывание и оползание.

Для района характерен широкий спектр криогенных явлений: трещины, полигонально-жильные льды, бугры и площади пучения, термокарстовые и термоэрозионные формы. Размеры площадей морозного пучения измеряются сотнями метров, высота бугров не превышает 2 м, длина поперечников в основании от 3 до 8 м. Современный термокарст имеет распространение практически по всей территории. Он развивается по наиболее льдистым озерно-болотным и озерно-аллювиальным отложениям, содержащим повторно-жильные и инъекционные льды, по внутригрунтовым пластовым льдам, а также по менее льдистым ледово-морским и морским отложениям. Широко распространены болота, эоловые формы на песчаных грунтах.

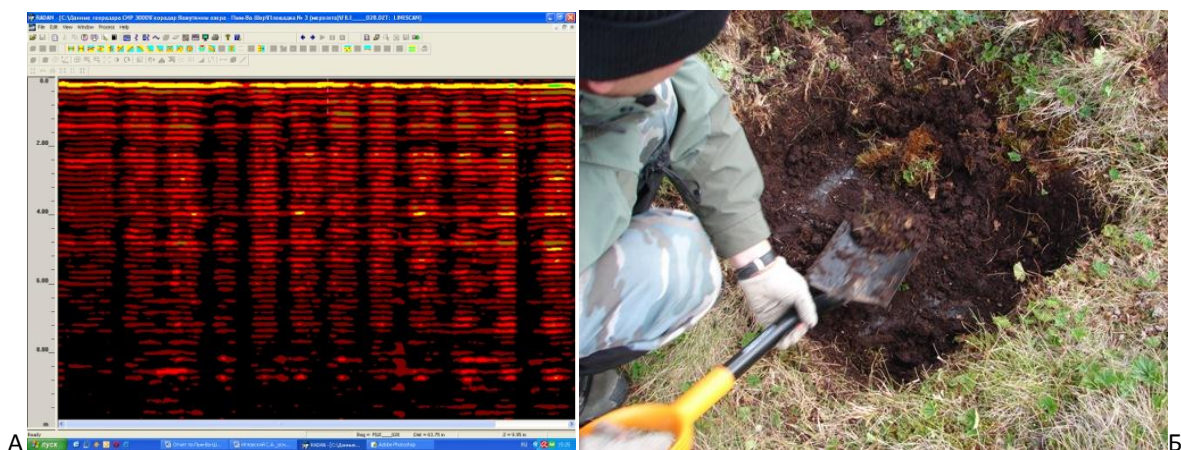


Рис. 3. Фрагмент георадарограммы (берег реки Адзъвы, окрестности Вашуткиных озер): А — желтая линия в верхней части георадарограммы — граница сезонноталого слоя и мерзлых пород, Б — глубина СТС составляет 0,2 м. Видны кристаллы льда до 5 см (фото С. А. Игловского)

Общая мощность морских четвертичных отложений превышает 80 м [7]. Берега самого южного из системы Вашуткиных озер озера Ванюкты террасированы, высота их до 15 м, сложены галечником и валунами. Его площадь 8,3 кв. км [8, 9]. По геоэкологическому районированию [3] территория попадает в неустойчивую область с удовлетворительной защищенностью подземных вод.

Район прибрежной части Югорского полуострова попадает в зону сплошного распространения ММП и интенсивного развития криопэгов. Для территории характерны температуры до  $-5^{\circ}\text{C}$ . Мощность ММП достигает 200 м. В Амдерме процессы термоабразии развиты на всем морском побережье до Югорского Шара и на берегах крупных озер [4, 14, 15]. При волновом воздействии происходит оттаивание льдистых морских, озерно-болотных, озерно-аллювиальных осадков и пластовых льдов, дальнейшее обрушение и оползание блоков пород. В результате формируются береговые уступы, часто с козырьками мерзлых пород высотой от 3 до 40 м. Интенсивно распространены эпигенетические повторно-жильные льды в основном в торфяниках. По геоэкологическому районированию [3] территория попадает в неустойчивую область с удовлетворительной защищенностью подземных вод.

Островное положение территории Вайгача создает присущие только ему условия развития и сплошного распространения ММП [15]. Расчлененный рельеф в виде скальных гряд высотой до 150 м характерен для центральной части острова. Между грядами и на морских террасах распространена заболоченная тундра с термокарстовыми озерами, общая площадь которых составляет около 3 % территории. Глубина термокарстовых озер до 5 м, ледниковых и тектонических (озеро Янгото) до 45 м [14, 15]. Средняя годовая температура воздуха составляет от  $-6,5^{\circ}\text{C}$  на севере острова и до  $-7,0^{\circ}\text{C}$  на юге. Для ММП характерны довольно низкие температуры (до  $-5^{\circ}\text{C}$ ). Глубина сезонного протаивания составляет от 0,2 м в торфе до 2 м в песках. Криолитозона острова представлена двумя ярусами. Верхний ярус сложен ММП, мощность которых возрастает от побережья от 10 м, до центральной части острова — 180 м. Нижний ярус представлен охлажденными породами с температурой обычно от  $-1$  до  $-3^{\circ}\text{C}$ , иногда и ниже, мощность этого яруса достигает вблизи побережья от 100 до 300 м. Есть предположение, что в центральной части острова общая мощность ММП превышает 400 м [4, 14, 15]. Наибольшая, непосредственно измеренная при бурении мощность ММП составляла 100 м [4]. На острове Вайгач небольшие ледяные жилы развиты в верхнем горизонте дисперсных отложений морских террас [4, 14, 15]. На Вайгаче представлены все криогенные процессы. Наблюдались различные формы мелкобугристого рельефа, пятна-медальоны, связанные с процессами пучения. Полигонально-жильные структуры представлены как развивающимися формами (рост повторно-жильных льдов), так и деградационными — термокарстовыми озерами (Талатинское), которые формируются на участках с наибольшей объемной льдистостью грунтов [4, 14, 15] (рис. 4). Солифлюкция проявляется в виде террас на пологих склонах. Термоэрозия приурочена к участкам льдистых приповерхностных грунтов, иногда по берегам моря она сочетается с термоабразией. По геоэкологиче-

скому районированию [3] территория попадает в неустойчивую область с удовлетворительной защищенностью подземных вод.



Рис. 4. Солифлюкционный цирк, сформировавшийся в результате солифлюкционного сплыва материала по незакрепленному склону (остров Вайгач, август 2010 г.) (фото И. Н. Болотова)

### ***Материалы и методы***

Изучение видов антропогенной трансформации ММП Европейского Севера России осуществлялись на ряде ключевых участков Двинско-Мезенской равнины и полуострова Канин — в селе Койда (Мезенская тундра) в июне-сентябре 2000, 2001, 2005, 2009 гг., в селе Несь на полуострове Канин в июне-августе 2002 г., в селе Шойна на полуострове Канин в июле-августе 2003 г., в городе Мезень в 2003 г., в окрестностях озера Ванюк-Ты (Вашуткины озера, Большеземельская тундра) в июле 2009, 2010 гг., в Амдерме (Югорский полуостров) и в северной части острова Вайгач в августе 2010 г. [3; 5—7, 13, 17, 18, 21, 23, 24, 32, 35] (рис. 5).

Площадь исследуемых ключевых участков составляла 5 кв. км. Проходились шурфы в многолетнемерзлых миграционных буграх пучения до 1,5 м, замерялись глубины сезонноталого слоя (СТС), температуры грунтов ниже СТС, осуществлялись георадиолокационные исследования до глубины 35 м при помощи георадара SIR-3000, с комплексом антенн Subecho-40 (40 МГц), Subecho-70 (70 МГц) (Geoscanners, Швеция), 501 (400 МГц) (GSSI, USA) на перевозочном устройстве с модулями работы в бистатическом режиме и привязки координатных данных, описывались криогенные процессы, виды антропогенных воздействий, мерзлотные ландшафты и степень антропогенных воздействий на них.



Рис. 5. Обзорная карта районов исследования антропогенных изменений мерзлотных условий Двинско-Мезенской равнины полуострова Канин, Васхуткинские озера (Большеземельская тундра), Амдерма (Югорский полуостров), северная часть острова Вайгач. Условные обозначения: ● — ключевые участки, на которых проводились экспедиционные исследования

### *Результаты и их обсуждение*

Применяя классификацию антропогенных воздействий на природную среду по А. Г. Исаченко [13], автор подразделил их воздействие в исследуемом регионе на два вида:

- 1) воздействия, связанные с собирательством, охотничьим промыслом, пастбищным животноводством, направленными, главным образом, на использование биоресурсного потенциала ландшафтов (традиционные прибрежные промыслы, фоновое природопользование);
- 2) воздействия, связанные с производством и урбанизацией. Основные источники второго типа (предприятия, объекты коммунального хозяйства, автомобильные дороги) имеют незначительный (очаговый или линейный) характер распространения и приурочены в основном к поселениям на побережье Белого (села Койда, Несь, Шойна), Баренцева и Карского (Амдерма, остров Вайгач) морей.

Максимальное территориальное распространение имеет фоновое природопользование. Оно включает следующие типы: традиционное природопользование коренных и малочисленных народов, лесохозяйственное и ресурсно-промысловое [13].

Антропогенные нарушения, изменяя свойства компонентов и взаимосвязей между ними в природной среде, могут послужить «спусковым крючком» для развития неблагоприятных деструктивных криогенных процессов [11]. При высокой льдистости отложений на всех ключевых участках нарушение целостности криогенных форм рельефа при антропогенных нарушениях провоцирует катастрофическое изменение мерзлотного рельефа. С учетом того, что в прибрежной зоне на береговые отложения активно воздействуют процессы тер-

моденудации и термоабразии, то в комплексе с антропогенными нарушениями происходит разрушение миграционных бугров пучения, развитие термокарстовых озер и последующий их сток в море, что провоцирует постоянную потерю прибрежных участков суши.

Повреждение целостности миграционных бугров пучения, сложенных высокольдистыми отложениями, может резко активизировать протаивание ММП, что, в свою очередь, вызовет развитие неблагоприятных деструктивных криогенных процессов (термоэрозии и термокарста), а также заболачивание территории [1, 3, 5, 7, 14].

Рассматривая ситуацию по распространению ММП и сибирезвенных скотомогильников на Европейском Севере России за последние 40 лет, можно сделать следующие выводы. Большая часть зоны сплошного распространения ММП (по линии Нарьян-Мар — Вашуткины озера по 68° с. ш.) за период с 1970 г. трансформировалась в зону несплошного распространения их, что выразилось в появлении таликовых зон [21, 22]. Так, в бассейне рек Тэдиньяха, Пэхэхэяха, Урэнъяха (неблагополучных по сибирской язве) глубина протаивания в период с 1970 г. составила от 6 до 8 м, в районе Вашуткиных озер — от 4 до 6 м, западная часть бассейна реки Адзъва — от 8 до 9 м, реки Коратаиха — от 5 до 7 м, рек Юнъяха, Ярэйю — от 6 до 10 м, реки Юнкошор — от 6 до 12 м, в районе Карской губы — от 5 до 7 м, реки Табь-Ю — от 4 до 6 м. На севере НАО (зона к югу от Болванской губы, бассейн реки Урерьяха, бассейн реки Юнкошор, окрестности Амдермы) также отмечены единичные случаи появления таликовых зон в местах неблагоприятных по сибирской язве.

Можно сделать вывод о произошедшей значительной «перестройке» геокриологических условий Европейского Севера России за последние 40 лет (рис. 6). Она выразилась: в отступании к северу на десятки километров южных границ мерзлотной области и зоны сплошного распространения ММП; значительном увеличении мощности несквозных таликов, существовавших до указанного периода; сокращении площади ММП за счет возникновения новых таликов; значительном повышении температуры ММП и развитии термокарстовых просадок [21, 22].

Трансформацию мерзлотных условий под воздействием антропогенных изменений можно рассматривать в нескольких аспектах [17]. Однако формы нарушения природных ландшафтных компонентов ММП уже сами по себе ухудшают качество земель и сужают рамки возможного природопользования в тундре. Оценку устойчивости геэкологических условий Европейского Севера России можно проводить по следующим параметрам: чувствительность инженерно-геокриологических условий к разрушению почвенно-растительного покрова и загрязнениям; защищенности подземных вод от загрязнения поверхности.



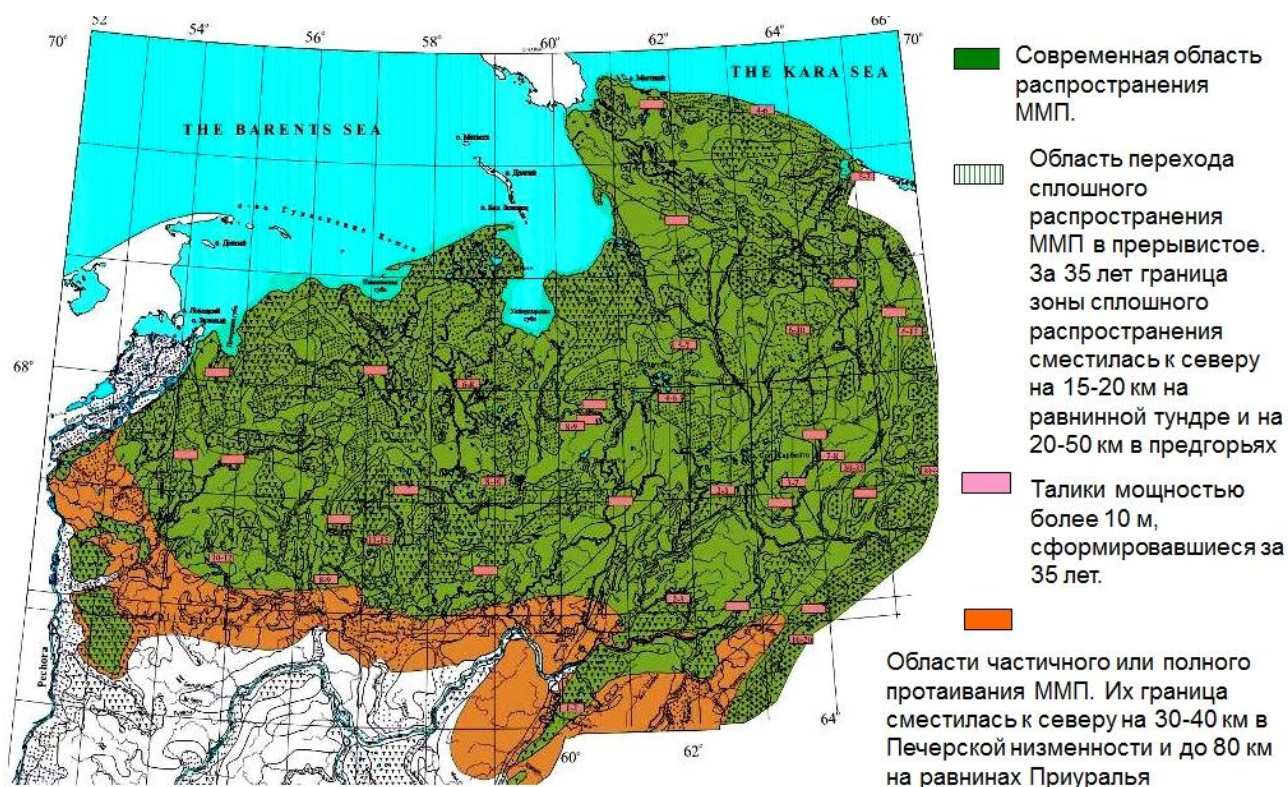


Рис. 6. Изменения многолетнемерзлых пород с 1970-х гг. по 2009 г. на Европейском Севере России [21, 22]

Практически вся исследуемая территория криолитозоны исследуемого района может быть отнесена к зоне «очень чувствительной» по проявлению экзогенных геологических процессов при разрушении почвенно-растительного слоя. Отдельные ее части дифференцируются по степени защищенности подземных вод [3].

#### ***Последствия антропогенной трансформации мерзлотных условий***

Многоаспектность хозяйственной деятельности, инженерно-строительных мероприятий и технических средств предполагают многочисленный ряд конкретных видов антропогенных изменений мерзлотных условий [12; 13]. Для территории Двинско-Мезенской равнины, полуострова Канин, Вашуткиных озер, Амдермы, северной части острова Вайгач автором обнаружены и выделены следующие специфические виды антропогенной трансформации.

Локальное нарушение растительного покрова при одноразовом проезде гусеничного транспорта приводит к образованию колеи и перемешиванию почвенных горизонтов, что отмечается на всех исследуемых участках. На нарушенных участках почва имеет более высокую температуру, большую глубину СТС. Неоднократный проезд (до 12 раз в тундре, до 6 раз в болоте) гусеничного транспорта приводит к разрушению почвенно-растительного покрова, изменениям верхних горизонтов почвы и микрорельефа с образованием колеи, развитию эрозионных и термокарстовых процессов, что наблюдается вдоль временных дорог вокруг поселков вдоль Абрамовского (Мезенская тундра) и Конушинского (западная часть полуострова Канин) берегов Мезенского залива Белого моря, в окрестностях Вашуткиных озер и Ам-

дермы, частично на острове Вайгач (озеро Янгото, Талатинское). На дорогах, пересекающих плоскобугристые болота южной тундровой зоны, растительный покров восстанавливается очень медленно (рис. 7). Известно, что на сукцессионное восстановление таких участков может уйти 20—25 лет [3, 35].



А



Б

Рис. 7. Участок развития термоэрозии: А — в окрестностях села Койда (2000 г.), Б — в окрестностях озера Талатинского, остров Вайгач, (2010 г.) после однократного проезда гусеничного транспорта через гряду миграционных бугров пучения (фото С. А. Игловского), валиковую зону (беспилотная аэрофотосъемка М. И. Гофаров)

При применении тяжелой бульдозерной техники происходит полное удаление растительного покрова, нарушение верхних горизонтов почвы, условий теплообмена грунтов с атмосферой. В селе Шойна отмечено наличие такого антропогенного участка-бедленда — военного аэродрома, где произошло полное уничтожение поверхностных покровов. В итоге территория испытывает сукцессиональную трансформацию, что осложняется еще и эоловыми процессами выдувания почвенного покрова.

Отвалы снятого грунта ведут к преобразованию микрорельефа, погребению и уничтожению растительного покрова, почвы, перераспределению снега, нарушению гидрологического режима вблизи поселений, что отмечалось в селах Койда, Несь, Шойна, поселке Амдерма. Рытье карьеров приводит к локальным нарушениям целостности приповерхностных ММП (села Койда, Шойна, поселок Амдерма). Так, в селе Койда жителями была осуществлена попытка разрыть гряду миграционных бугров пучения шириной 200 и длиной 600 м для последующего использования этих земель в сельскохозяйственных целях. Однако в результате на этом месте сформировалась топкая торфяная мочажина, и участок в центре села был изъят из использования. Застройка территории без соблюдения правил и второго принципа строительства на мерзлых грунтах сопровождается разрушением ММП, развитием термокарста, термоэрозии, нарушением растительного покрова, разрушением и деформацией объектов в условиях нарушения целостности массива ММП (села Койда, Несь, Шойна). Все они закончились деформацией построек, так как уплотнения грунтов не производилось и наличие морозного пучения не учитывалось.

Локальное загрязнение СТС и верхних горизонтов ММП горюче-смазочными материалами приводит к накоплению и концентрации в этих слоях нефтепродуктов в результате функционирования объектов. При несоблюдении правил эксплуатации при работе с горюче-смазочными материалами на территории большинства нефтебаз, расположенных, в основном, в зонах дислокации воинских частей, портовых коммуникаций, аэропортов на побережье Белого и Карского морей (город Мезень, села Койда, Каменка, Шойна, поселок Амдерма) отмечаются разливы нефтепродуктов в СТС. Это сказывается на загрязнении поверхностных и подземных вод и уничтожении почвенно-растительного покрова. Требуется рекультивация земель. В зонах развития талых пород такие разливы приводят к более глубокому накоплению нефтепродуктов в местах разлива. Установлены загрязнения вод нефтепродуктами, превышающими ПДК в десятки и сотни раз, на складах ГСМ в городе Мезени и селе Каменка Мезенского района [11]. Это все вызывает создание локальных полей и потоков загрязнения территории в криогенных ландшафтах, являющихся мощными потенциальными

механизмами физико-химических, механических, биотических и других изменений на этих территориях.

В тундровой и лесотундровой зонах почти повсеместно отмечается воздействие выпаса оленей на растительный покров, которое выражается в делихенизации и озлаковении тундры. Наиболее легко нарушаются болота и моховые тундры. При длительной стоянке оленьего стада разнотравно-осоково-моховые тундры уничтожаются полностью. Существенное влияние на верхние горизонты мерзлых почв оказывают многотысячные миграции домашних и диких оленей с севера полуострова Канин в район юго-востока Беломорско-Кулойского плато (села Шойна, Несь, Койда), в районе Вашуткиных озер. При существующих подсчетах общего числа выпасаемых оленей на территории НАО в 176 тыс. голов [16], в том числе до 30 тыс. на территории полуострова Канин, необходима оценка воздействия их выпаса на мерзлотные ландшафты. Неоднократное использование техники приводит к шумовому загрязнению, которое оказывает беспокоящее действие на животных тундр (села Несь, Шойна, Вашуткины озера).

В настоящий момент отмечается активизация природопользования в исследуемых районах в связи с ориентацией большинства слоев населения на использование биоресурсного потенциала, традиционных промыслов. Все это может спровоцировать усиление антропогенной нагрузки на мерзлотные условия района.

Анализируя ситуацию по распространению на исследуемой территории сибирезвенных скотомогильников, большинство из которых сейчас находятся в бесконтрольном состоянии, можно сделать следующие предположения. Наибольшие изменения температур ММП (повышение на 1 °С) произойдут в восточной части НАО и реке Коми (Урал, Пай-Хой). Здесь, возможно, следует уделить внимание состоянию неблагоприятных по сибирской язве районов: бассейны рек Малая Уса, Большая Сыръяга, Хальмершор (Республика Коми), Юнкошор, окрестности Карской губы, река Табью (НАО). На этой территории продолжатся изменения геокриологической ситуации. Возможно увеличение обводненности и заболоченность территории, активизации криогенных процессов (термокарста, морозного пучения, термоабразии берегов морей и озер) [21, 22]. Повышение температуры ММП от 0,4 до 0,6 °С может затронуть неблагоприятные по сибирской язве территории к востоку от линии рек Порчтывыс, Сядэйю, Адзьвы, Пяйю, Вашуткины озера, Савайю, Сярнаю, Ярейю, Юнкошор. Повышение температуры ММП от 0,2 до 0,4 °С может захватить практически всю территории НАО. Глубина протаивания в период до 2020 г. может составить в районе Вашуткиных озер, западной части бассейна реки Адзьва от 1 до 2 м, реки Коратаиха — до 1 м, рек Юнъяха, Ярэйю — до

2 м, реки Юнкошор — 4 м, в районе Карской губы — до 1 м, реки Табь-Ю — до 1 м. К югу от Болванской губы, бассейн реки Уреръяха, бассейн реки Юнкошор, окрестности Амдермы возможны единичные случаи появления таликовых зон в местах неблагоприятных по сибирской язве.

В настоящее время на территории полуостровов Канин, Югорский, Большеземельской и Малоземельской тундр происходит изменение природной среды в более чем двух десятках центров, большая часть из которых приходится на разрабатываемые месторождения углеводородного сырья. Если 30 лет назад эти территории представляли в основном территорию экологического каркаса, теперь здесь происходит постоянное увеличение импактных районов и видов воздействия на мерзлотные условия района, что отмечают и другие авторы [10].

Наибольшее механическое воздействие на мерзлотные условия, приводящее к появлению техногенных форм рельефа, оказывают предприятия горнодобывающего комплекса, расположенные в Воркутинском районе. Особое значение приобретают вышеуказанные проблемы в связи с природными особенностями рассматриваемых территорий, обусловленными приуроченностью к северным широтам и замедленными процессами самовосстановления [10].

#### ***Мероприятия по снижению антропогенной нагрузки***

Необходимо создание эффективной схемы развития территориальной системы «природа — население — хозяйство», где механизмами регулирования, несомненно, должны выступать экологические, правовые и экономические механизмы.

Одним из выходов в сложившей ситуации может быть обоснование и создание сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ). На полуострове Канин присутствует одна ООПТ — Шоинский биологический заказник (площадь 164 кв. км) на уникальных водно-болотных угодьях побережья Белого моря с морскими лайдами и устьевыми частями рек Шойны и Торны. Необходимо создание на полуострове Канин памятников природы областного значения [11]. Среди редких ботанических видов следует включить в перечень памятников природы: район Микулкина Носа (северо-восток полуострова Канин) от устья реки Жемчужной на север длиной 25 км (распространены эндемичные виды растений), самый северный «лесной остров» в западной части полуострова Канин около мыса Конушин на Шомоховских сопках. На обрывистом берегу у мыса в мерзлом торфе хорошо сохранились березовые пни и стволы ели, являющиеся реликтовыми останками «термического оптимума» голоцена. Следует сохранить лиственничный «остров» в долинах рек Несь и Семжа (юг

полуострова Канин). Лиственница сибирская здесь находится на северном пределе распространения. Необходимо создание памятника природы «Колония белошековой казарки» в междуречье рек Шойна и Камбалицы (полуостров Канин).

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН разрабатывал проект создания биосферного заказника в районе Вашуткиных озер. К сожалению, проект так и не был реализован на практике. Необходимо создание заказника, который мог бы способствовать сохранению этого уникального места. На территории Вашуткиных озер находится ключевой орнитологический участок международного значения. Необходимо включение угодья в список водно-болотных угодий Рамсарской конвенции со статусом национального значения [11, 31].

Хорошим примером природоохранной политики может служить остров Вайгач, который благодаря своему географическому положению имеет стратегическое значение и при росте объемов транспортировки грузов по Северному морскому пути и расширении добычи углеводородов будет испытывать растущее антропогенное давление. Статус заказника помогает сберечь флору и фауну этой уникальной территории, историко-культурное наследие Севера и арктических ландшафтов. Из занесенных в Красную книгу НАО на острове произрастает 10 видов лишайников, три вида мхов, 47 видов сосудистых растений, обитает 26 видов птиц, шесть из которых включены в Красные книги РФ и НАО. Территория заказника является одной из самых массовых мест гнездования водоплавающих птиц на западе Российской Арктики. Общая площадь заказника составляет 242 778 га. Тем не менее в охране нуждаются и лежбища атлантического моржа, расположенные на мысе Большой Лямчин нос, островах Карпово Становье и Большой Олений. На территории заказника зарегистрировано более 230 объектов культурного наследия. Для ненецкого народа остров Вайгач исторически имеет сакральный статус. На острове сохраняются традиционные промыслы, связанные с использованием биоресурсного потенциала: оленеводство, охота, рыболовство. В настоящее время антропогенное воздействие незначительное и приурочено к окрестностям поселка Варнек в южной части острова. Локальные гусеничные дороги отмечены в северо-западной части острова и связаны с геологической деятельностью.

Так, в НАО существует 10 особо охраняемых природных территорий (ООПТ) площадью 974,05 тыс. га, из них 797 тыс. га — это сухопутная часть с водоемами и 181,9 тыс. га — морская акватория. Сухопутная часть ООПТ составляет лишь 4,5 % от площади округа, что мало в условиях активного хозяйственного освоения территории [31].

Идущие и прогнозируемые изменения мерзлотных условий могут существенно повлиять на ситуацию в районах распространения сибирезвенных скотомогильников, особен-

но на тех территориях, где распространены высокольдистые ММП, которые в результате оттаивания могут привести к усилению заболачивания территории, активности термокарста и термоэрозии. Необходимо проведение инженерно-геологических и мерзлотных исследований в таких местах с целью выяснения ситуации и разработки мер по защите от чрезвычайных ситуаций в тесном сотрудничестве с ответственными пользователями территории, администрацией поселений, районов, округов, МЧС и т. д.

### **Выводы**

Экосистемы Европейского Севера России отличаются слабой устойчивостью к антропогенному воздействию и крайне медленной скоростью сукцессионального восстановления. Это во многом обуславливает специфику развития биоты и экосистем. Среди видов антропогенных воздействий следует выделить те, которые связаны с собирательством, охотничьим промыслом, пастбищным животноводством и направлены, главным образом, на использование биоресурсного потенциала ландшафтов, а также те воздействия, которые связаны с локальными зонами производства и урбанизацией. Поселения, предприятия, объекты ЖКХ, дороги, аэродромы, военные базы имеют импактный — очаговый или линейный — характер распространения и в исследуемом районе приурочены в основном к побережью Белого, Баренцева и Карского морей. Следовало бы отметить виды локальных антропогенных воздействий, свойственных всему региону. Это и нарушение растительного покрова при проезде гусеничного транспорта, и застройка территории без соблюдения правил и принципов строительства на мерзлых грунтах, сопровождающаяся разрушением ММП, и локальное загрязнение ММП горюче-смазочными материалами, тяжелыми металлами, приводящее к накоплению и концентрации этих загрязнителей в СТС и ряд других.

Коренное малочисленное население тундры сохраняет традиционные промыслы, связанные с использованием биоресурсного потенциала: оленеводство, охота, рыболовство. Существенное влияние на верхние горизонты мерзлых почв оказывают управляемые многотысячные миграции оленей, которые приводят к делихенизации и озлаковению тундры. На путях миграции интенсивно нарушаются болота и моховые тундры. При длительной стоянке оленьего стада разнотравно-осоково-моховые тундры уничтожаются полностью. Происходит образование вторичных сукцессий. Необходимо проведение мониторинга традиционных путей миграции оленей с целью определения степени антропогенной нагрузки на мерзлотные ландшафты и мер по ее снижению, а также влияний изменений климата на смещение сроков и мест их миграций.

Сейчас на территории полуостровов Канин, Югорский, Большеземельской и Малоземельской тундр происходит изменение природной среды на территориях, где разрабатываются месторождения углеводородного сырья. Если 30 лет назад они представляли в основном территорию экологического каркаса, теперь здесь происходит постоянное увеличение импактных районов воздействия на криолитозону.

Одной из кардинальных мер по уменьшению антропогенных воздействий на мерзлотные условия района исследования может быть создание ООПТ: на полуострове Канин и Вашуткиных озерах — памятников природы регионального и областного значения, которые позволят либо полностью исключить из природопользования, либо снизить нагрузку на ряд природных комплексов. Необходимо включения территории Вашуткиных озер в список водно-болотных угодий национального значения.

Следовало бы возобновить проведение инженерно-геологических и мерзлотных исследований в местах, где возможно разрушение сибиреязвенных скотомогильников при изменении мерзлотных условий с целью выяснения ситуации и разработки мер по защите территорий от чрезвычайных ситуаций в тесном сотрудничестве с пользователями территории, администрацией поселений, МЧС.

## Литература

1. Арэ Ф. Э. Термоабразия морских берегов. М., Наука, 1980, 158 с.
2. Васильчук Ю. К., Васильчук А. К., Сулержицкий Л. Д., Буданцева Н. А., Волкова Е. М., Чижова Ю. В. Радиоуглеродная хронология бугров пучения Большеземельской тундры // ДАН, 2003. Т. 393. № 1. С. 101—105.
3. Вечная мерзлота и освоение нефтегазоносных районов. Под редакцией Е. С. Мельникова (части I, III) и С. Е. Гречищева (части II, III, IV). М.: ГЕОС, 2002. 402 с.
4. Виттенбург П. В. Термический режим и рудничные воды в зоне вечной мерзлоты острова Вайгача и Амдермы // Проблемы Арктики. № 9. 1939. С. 5—29.
5. Гарагуля Л. С. Методика прогнозной оценки антропогенных изменений мерзлотных условий (на примере равнинных территорий). М.: Изд-во МГУ, 1985. 224 с.
6. Геокриологические (мерзлотные) исследования. Методическое руководство. М.: Изд-во АН СССР. 1961. 423 с.
7. Геокриология СССР. Европейская территория СССР. М.: Недра, 1988. 385 с.
8. Голдина Л. П. География озер Большеземельской тундры. Л.: Наука, 1972. 102 с.
9. Зверева О. С., Власова Т. А., Голдина Л. П. Вашуткины озера и история их исследования // Гидробиологическое изучение и рыбохозяйственное освоение озер Крайнего Севера СССР. М.: Наука. 1966. С. 4—21.
10. Душкова Д. О., Евсеев А. В. Анализ техногенного воздействия на геосистемы Европейского Севера России Арктика и Север. 2011. № 4 (ноябрь). [Электронный ресурс]. URL: <http://narfu.ru/upload/iblock/673/16.pdf> (дата обращения: 24.12.2012).



11. Игловский С. А., Шварцман Ю. Г., Болотов И. Н. Криолитозона Двинско-Мезенской равнины и полуострова Канин. 2010. Архангельск. ИЭПС УрО РАН. 124 с.
12. Информационный бюллетень пресс-центра космодрома Плесецк. 1991. № 2. 1 с.
13. Исаченко А. Г. Экологическая география России. СПб.: Изд-во С.-Петерб. Ун-та. 2001. 328 с.
14. Козлов С. А. Опасные для нефтегазопромысловых сооружений геологические и природно-техногенные процессы на западно-Арктическом шельфе России // Нефтегазовое дело. 2005. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.ogbus.ru/authors/Kozlov/Kozlov\\_2.pdf](http://www.ogbus.ru/authors/Kozlov/Kozlov_2.pdf) (дата обращения: 24.12.2012).
15. Корейша М. М. Вечная мерзлота острова Вайгач // Journal of Geocryology, V. 2, 2000. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.netpilot.ca/geocryology/number2/koreisha2.html> (дата обращения: 24.12.2012).
16. Красовская Т. М. Природопользование Севера России. М.: Из-во ЛКИ. 2008. 288 с.
17. Марахтанов В. П. Матричная модель антропогенной динамики литогенной основы ландшафтов криолитозоны // Проблемы общей и прикладной геоэкологии Севера. М.: Изд-во МГУ, 2001. С 68—85.
18. Мельников В. П., Спесивцев В. И. Криогенные образования в литосфере Земли. Новосибирск. НИЦ ОИГГМ СО РАН, Изд-во СО РАН, 2000, 343 с.
19. Неизвестнов Я. В., Кошелева В. А., Боровик О. В., Кондратенко А. В., Колчина Н. Л. Инженерно-геологические и геокриологические особенности прибрежной зоны Баренцевского шельфа // Известия РГО. 2007. Вып. 1. С. 37—51.
20. Оберман Н. Г. Геоэкологическая специфика и современные тенденции естественной и техногенной динамики криолитозоны Восточно-Европейской Субарктики // Тр. 1-й конференции геокриологов России. Т. 2. М.: Изд-во МГУ, 1996. С. 408—417.
21. Оберман Н. Г. Мерзлые породы и криогенные процессы в Восточно-Европейской Субарктике // Почвоведение. 1998. № 5. С. 540—550.
22. Оберман Н. Г., Лыгин А. М. Прогнозирование деградации многолетнемерзлых пород на примере Европейского Северо-востока страны // Разведка и охрана недр. 2009. № 7. С. 15—20
23. Павлов А. В., Ананьева Г. В. Оценка современных изменений температуры воздуха на территории криолитозоны России // Криосфера Земли, 2004. т. VIII. № 2. С. 3—9.
24. Павлов А. В., Ананьева Г. В., Дроздов Д. С. и др. Мониторинг сезонно-талого слоя и температуры мерзлого грунта на Севере России // Криосфера Земли. 2002. т. VI. № 4. С. 30—39.
25. Перельштейн Г. З., Павлов А. В., Буйских А. А. Изменения криолитозоны в условиях современного климата // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2006. № 4. С. 305—312.
26. Соломатин В. И. Геокриоэкология. Теория и методы исследования мерзлотных геосистем в условиях техногенных воздействий // Проблемы общей и прикладной геоэкологии Севера. М.: Изд-во МГУ. 2001. С. 5—14.
27. Станкевич Е. Ф. Четвертичные отложения района Вашуткиных озер и рек Лабогей-Ю и Няртей-Яги // Материалы всесоюзного совещания по изучению четвертичного периода. Том II. Москва. 1961. С. 12—16.

28. Шварцман Ю. Г., Болотов И. Н., Игловский С. А. Современное геоэкологическое состояние ландшафтов Мезенской тундры // Вестник Поморского университета, 2003 а. Серия «Естественные и точные науки». № 1 (3). С. 42—55.
29. Шварцман Ю. Г., Болотов И. Н., Игловский С. А., Поликин Д. Ю. Современное геоэкологическое состояние ландшафтов Канинской тундры // Вестник Поморского университета. Серия «Естественные и точные науки». Архангельск: Поморский государственный университет им. М. В. Ломоносова. 2003 б. № 2 (3). С. 13—28.
30. Kuhry P., Oberman N., Mazhitova G., Karstkarel N., Romanovsky V. Permafrost and infrastructure in European Russia // Frozen Ground. 2002. P. 49–51.
31. Lavrinenko I. A. Landscape Diversity of Specially Protected Natural Territories of Nenets Autonomous Okrug // Geography and Natural Resources, 2012, Vol. 33, No. 1, pp. 37–44. [Электронный ресурс]. URL: <http://link.springer.com/article/10.1134%2F51875372812010064?LI=true> (дата обращения: 26.12.2012).
32. Mazhitova G., Karstkarel N., Oberman N., Romanovsky V., Kuhry P. Permafrost and infrastructure in the Usa basin (Northeast European Russia): Possible impacts of Global Warming // Ambio. 2004. Vol. 33. № 6. P. 289–294.
33. Mazhitova G., Malkova (Ananjeva) G., Chestnykh O., Zamolodchikov D. Active-layer spatial and temporal variability at European Russian Circumpolar-Active-Layer-Monitoring (CALM) sites // Permafrost and Periglacial Processes. 2004. № 15. P. 123–139.
34. Oberman, N. G., Mazhitova, G.G. Permafrost dynamics in the northeast of European Russia at the end of the 20th century // Norsk Geografisk Tidsskrift. Norwegian Journal of Geography. 2001. P. 241–244.
35. Shvartsman Y., Barzut V., Vidyakina S., Iglovsky S. Climate variation and dynamic ecosystems of the Archangelsk region // Chemosphere: Global Change Science, 1999. № 1. P. 417–428. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S146599729900032X> (дата обращения: 24.12.2012).
36. Walker T. R., Crittenden P. D., Dauvalter V. A. et al. Multiple indicators of human impacts on the environment in the Pechora Basin, north-eastern European Russia // Ecological Indicators. 2009. № 9. P. 765–779.

*Рецензент — Шрага Моисей Хаимович,  
доктор медицинских наук, профессор*