

Проблемы изучения, рационального использования и охраны ресурсов Белого моря.  
Материалы IX международной конференции  
11-14 октября 2004 г., Петрозаводск, Карелия, Россия  
Петрозаводск, 2005. С. 136-140.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА

С.А. ИГЛОВСКИЙ

*Институт экологических проблем Севера УрО РАН, Архангельск*

Среди геоэкологических проблем архипелага для людей и природной среды наибольшую угрозу представляют природные проблемы: абразия берегов, заболачивание, крип и эрозионные процессы, провалы, суффозия, эоловые процессы, дефляция, солифлюкция, морозное растрескивание грунтов. Распределение различных типов ландшафтов характеризуется высокой фрагментарностью, что сказывается на развитии опасных деструктивных геоэкологических процессов.

Для большей части архипелага характерна удовлетворительная экологическая ситуация и низкая экологическая напряженность. Среди потенциально опасных объектов необходимо выделить транспорт и дизельную электростанцию, использующие топливо. Для архипелага характерен очень низкий уровень химического загрязнения почв. Потенциальной угрозой для стабильной экологической ситуации может явиться неконтролируемое увеличение туристической нагрузки.

**S.I. Iglovsky. Geoecological problems of Solovetskyi Archipelago** // The study, sustainable use and conservation of natural resources of the White Sea. Proceedings of the IXth International Conference, October, 11-14, 2004. Petrozavodsk, Karelia, Russia. Petrozavodsk, 2005. P. 136-140.

Among geoecological problems characteristic for the archipelago and being the main danger to the population natural environment are basically natural like abrasion of coasts, active bogging, creep and erosive processes, ground depressions, suffosion, eolian processes, deflation, solifluction, frost destruction of grounds. Distribution of various types of landscapes on archipelago is characterized by high fragmentation, which is reflected in development of dangerous destructive geoecological processes.

For the most part of the territory of Solovetsky archipelago the satisfactory ecological situation and low ecological intensity is characteristic. From potentially dangerous objects it is necessary to allocate transport and diesel station using mineral oil as fuel. For the archipelago very low level of chemical pollution of soils is typical. Potential threat for stable ecological conditions is non-controlled increase in tourist load.

Соловецкий архипелаг представляет собой уникальную территорию, которая занимает выгодное эколого-географическое положение. Соловецкий архипелаг включает острова Большой Соловецкий (246,9 км<sup>2</sup>), Анзер (24 км<sup>2</sup>), Большая и Малая Муксалма (17,6 и 0,57 км<sup>2</sup>), Большой и Малый Заяцкий (1,25 и 1,02 км<sup>2</sup>) и ряд более мелких островов.

С 2001 по 2004 гг. на территории Соловецкого архипелага работает комплексная экспедиция Научно-учебного центра «Природные ресурсы Севера» в составе Института экологических проблем Севера АНЦ УрО РАН и Поморского государственного университет им. М.В. Ломоносова. В процессе экспедиционных работ студентами, аспирантами, преподавателями, научными сотрудниками нашего коллектива выполнен комплекс геоэкологических исследований, включающий изучение опасных геоэкологических процессов, антропогенного загрязнения почв, озер, растительности, видов антропогенных нагрузок и их последствий для природных ландшафтов архипелага (Шварцман, Игловский, Болотов, 2002; Шварцман и др., 2002; Болотов и др., 2002). В процессе исследований изучались тундровые лесотундровые, болотные и луговые фации, а также леса на о-вах Большой Соловецкий, Большая

Муксалма, Анзер, Большой Заяцкий. Сделаны описания почвенного профиля и отобраны почвенные пробы для химического анализа (120 проб в 2001-2004 гг.) по стандартным методикам, анализ которых был проведен в лаборатории Центра госсанэпиднадзора Архангельской области. Изучено содержание ртути, подвижных форм хрома, цинка, кобальта, валового содержания никеля, меди, свинца, кадмия, марганца, а также хлорорганических пестицидов. Растительность архипелага изучалось общепринятым методом геоботанических описаний (Наквасина, Шаврина, 1998). Был выполнен анализ спектрального космического снимка *Landsat 7* (дата съемки 21.06.2000 г.), а также картографических и лесоустроительных материалов. Была изучена антропогенная нагрузка на основных туристических маршрутах (Кочуров, 1992).

### Геоэкологические проблемы

Определенный вклад в изучение геоэкологических проблем внесли работы Н.А. Никишина (1984, 1986); А.Г. Никишиной (1985); Г.Н. Колосовой (1999); а также Л.Н. Шабунинной (2003); Ю.Г. Шварцмана и др. (2002); И.Н. Болотова и др. (2002). Среди природных проблем свойственных

архипелагу следует выделить абразию берегов, активное заболачивание, оползневые и эрозионные процессы, просадки, провалы, западины, обрушения, суффозию, эоловые процессы, дефляцию, солифлюкционные процессы, морозобойное разрушение грунтов.

*Абразии и термоденудации* подвержены участки песчаных и галечниковых пляжей на севере и северо-востоке архипелага. При этом возможны разрушения курганов, могильников, неолитических стоянок, причалов, расположенных в прибрежной зоне. Разрушение и подтопление берегов способствует их засолению и заболачиванию. Поэтому необходимо принимать комплекс мер, способствующих выявлению и укреплению наиболее активно деградирующих морских побережий. Так, суммарная длина берегов Анзера – 58,7 км, а абразионные берега составляют – 34,45 км, т.е. 60% (Колосова, 1999). Возможному разрушению могут подвергнуться мысы Лабиринтов и Колгуев. *Процессы заболачивания* наиболее интенсивно протекают на юго-западных и западных низких террасах островов Большой Соловецкий и Большая Муксалма, а также на Анзере. Площадь болот на острове с 1899 г. увеличилась на 2/3, а на Анзере на 1/4. На Анзере 25% территории о-ва заболочены. В настоящее время скорости заболачивания несколько ниже, чем отмечалось ранее (Колосова, 1999). Юго-восток о-ва Большая Муксалма и юг Анзера подвержены *оползневым и эрозионным процессам*. Причина этого в литологическом составе пород, расположении на склонах, и переувлажнения в результате выхода грунтовых вод. Ряд террас на этой территории подвержены *солифлюкциям*, а также *морозобойному растрескиванию* с образованием десквамационных пленок на поверхности грунтов и валунов под действием морозной дезинтеграции. В результате комплексного воздействия факторов возникает опасность разрушения и скопления материала по склонам террас, что может вызвать разрушение памятников. На Анзере в результате действия деструктивных оползневых и криогенных процессов отмечается ухудшение устойчивости Голгофо-Распятского скита. Требуется принятие инженерных мер по сохранению этого памятника. В 1997 г. произошло обрушение колокольни Троицко-Анзерского скита, где с 1994 г. проводились реставрационные работы (Экология культуры..., 2000). *Просадкам* подвержены Муксалминская дамба, а также дамба на оз. Красное, которая разделяет 2 озерно-канальные системы. Необходимы работы по укреплению дамб. Восток и юго-восток о-ва Анзер, юг о-ва Большая Муксалма подвержены *эоловым процессам*, которые возникли в том числе и из-за перевыпаса оленей с последующим разрушением и развеванием песков.

#### **Антропогенное воздействие и экологическая ситуация**

Критерием экологического неблагополучия служит острота экологической ситуации (Кочуров,

1992). Нами проанализирована состояние свалки площадью 1 га, расположенной в 150 м от оз. Святого и в 700-1000 м от жилых построек. Ежегодно сюда вывозится до 1300 м<sup>3</sup> отходов. Для водоснабжения поселка используются вода оз. Питьевого, расположенного от свалки на расстоянии 2,5 км. Отдельный вопрос – это свалка мусора в западной части Большого Соловецкого озера, оставшаяся после деятельности ВПК и в настоящее время заброшенная.

Для земель, занятых под свалку и карьеры с площадью 3 га, нами определена острая экологическая ситуация. Умеренно острая экологическая ситуация соответствует землям поселений (347 га) и землям, задействованным под рекреацию (500 га). Большая же часть территории соотнесена с удовлетворительной экологической ситуацией (Шабунина, 2003).

Полученное значение экологической напряженности (1,06) в условных единицах входит в диапазон от 1,20 до 1,79 балла при оценочной шкале от 1 до 6,34 (в средних величинах) (Шабунина, 2003). На территории Соловецкого архипелага расположен музей-заповедник, в пределах которого выделена зона строгой запретности (земли природного назначения). Ее площадь составляет 49,4 км<sup>2</sup> или 17% территории архипелага (Соловецкие..., 1989). На рекреационную зону приходится 190,68 км<sup>2</sup>. По данным Л.Н. Шабуниной (2003) основные рекреационные нагрузки падают на первые 2-3 км от поселка, площадью 5 км<sup>2</sup>, что составляет 3% рекреационной зоны. В 2001 г. архипелаг посетили более 16000 человек, а суточная и сезонная нагрузка на ландшафты архипелага соответственно равны 260 и 23200 человек (Шабунина, 2003).

Леса на архипелаге используются в трех направлениях: в туристических целях, а также в побочных и промежуточных рубках. В 2002 году объем ликвидной древесины по всем видам рубок составил 1263 м<sup>3</sup>, из которого 1210 м<sup>3</sup> дровяная и 33 м<sup>3</sup> деловая древесина. Нами были проведены исследования, направленные на выявление степени дигрессии природных ландшафтов вдоль туристических маршрутов на 37 пробных площадках с разной степенью антропогенного воздействия (Шабунина, 2003). Для большинства пробных площадок отмечена 1 степень дигрессии, при которой визуально не отмечено трансформаций природной среды. Подрост, подлесок и напочвенный покров не нарушены. Проектное покрытие мхов в лесах ельников различного типа составляет 30-40%. Для древостоя характерны признаки хорошего роста и развития. Для 70% ландшафтов рекреационной зоны не требуется полномасштабного природного регулирования рекреационного использования территории. На 25% исследуемой площади рекреационной зоны отмечена 2 стадия дигрессии. На второй стадии появляется вытаптывание, тропинки занимают 5-10% общей площади. Подрост древесных пород находится в хорошем состоянии, что отмечено вблизи стоянок и озер, а также в непосредственной близости от по-

селка. Регулирование рекреационной нагрузки должно сводиться к регламентированию дорожной сети в вышеуказанных зонах. На первых двух стадиях дигрессии антропогенной нагрузке подвергаются флора и фауна, поэтому произошедшие изменения в пределах лесов можно считать обратимыми. Ландшафты с 3 и 4 степенью дигрессии выявлены на 5% исследуемой рекреационной зоны. Ландшафты данных уровней дигрессии характеризуются повышенным и сильным вытаптыванием, сильным или полным засыханием подроста. Они приурочены к крупным стоянкам, озерам и поселку. Для данных ландшафтов требуется разработка комплекса мер, направленных на значительное регулирование и ограничение рекреационной нагрузки и на более равномерное ее распределение в пределах всей рекреационной зоны. По данным А.Г. Никишиной (1985) наиболее высокими нормами рекреационных нагрузок, связанных с вытаптыванием обладают тундровые ландшафты, а наиболее низкими – сосновые леса. Наибольшие нагрузки (4,5 чел/час) выдерживали вороничные тундры, наименьшие (2,5 чел/час) березово-еловые воронично-черничные леса. 20 проходов в день недопустимо и приводит к повреждениям 65% растений. Однако в тундровых участках при увеличении антропогенной нагрузки, происходят быстрые вторичные сукцессионные изменения, на которых растительность может восстанавливаться лишь по истечению 20-ти летнего периода.

За последние 10 лет хозяйственное использование воды возросло в 3 раза и составляет 0,3 млн. м<sup>3</sup> свежей воды. Система очистки сточных вод отсутствует, сточные воды коммунального хозяйства сбрасываются в объеме 0,2 млн. м<sup>3</sup> в год в Белое море, что в 2 раза превышает показатели 10-летней давности (Соловецкий район..., 1999).

Из возможных геоэкологических рисков следует выделить транспорт и дизельную станцию, использующую в качестве топлива нефтепродукты. Главную опасность для населения и природной среды представляют проблемы природного характера. Отсутствие потенциально опасных источников техногенного характера и все же незначительные последствия от геоэкологических проблем природного характера позволяют отнести территорию Соловецкого архипелага к 3-й степени опасности (Шабунина, 2003).

Основными источниками загрязнения атмосферы является дизельная станция и автотранспорт. Вблизи дизельной станции существует зона разлива нефтепродуктов в непосредственной близости от оз. Святого. В связи с активностью туристических потоков парк автомобилей на архипелаге многократно увеличился. При этом качество дорог ухудшилось. Суммарные выбросы за период с 1994 года по 2002 год уменьшились с 317 до 115 т. За последние 10 лет объемы выбросов по основным загрязнителям сократились: SO<sub>2</sub> (0,5 ПДК) в 5 раз, CO<sub>2</sub> (0,5 ПДК) более чем в 3 раза, окислы N<sub>2</sub> (от 0,085 до 0,4 ПДК) в 1,5 раза (Соловецкий район..., 1999).

В северо-западной части о-ва Малая Муксалма наблюдается сильное антропогенное влияние при заготовке водорослей, сборе яиц полярной крачки. Произошло снижение ее численности в 1,5 раза. В кедрово-еловой роще Саватьевского скита произошло угнетение и сокращение численности деревьев в результате вытаптывания, повреждений и т.д.

*Растительность Соловецкого архипелага* представлена лесными, болотными, луговыми, лесотундровыми и тундровыми типами. Фации с тундровым типом растительности формируются прежде всего на малых островах (Большая, Малая Муксалма, Заяцкие), на вытянутых узких мысах северного и северо-западного направления (м. Колгуев на Анзере), а также по побережью Большого Соловецкого о-ва. На них приходится около 4,5% площади архипелага. Почвенный покров слабо развит, имеет маломощный торфянисто-гумусовый горизонт, низкое содержание элементов минерального питания, повышенную кислотность (рН 3,5-3,9), что сказывается на его быстром разрушении при природных и антропогенных воздействиях. Растения отличаются угнетенным жизненным состоянием, низкорослы. Рассматриваемые фации сформировались из-за воздействия холодных северо-восточных ветров и охлаждающего воздействия моря. Тундры характеризуются низкой устойчивостью к вытаптыванию. Так северный олень был завезен на архипелаг еще в XVI веке, затем в 40-е годы XX века истреблен в 60-е и 80-е гг. XX века вновь интродуцирован, что привело к значительной деликенизации тундровой растительности на м. Колгуев о-ва Анзер. Ранее здесь преобладали кладониево-вороничные ассоциации, а в настоящее время это – вороничные растительные группировки. Местами наблюдается появление пятен голого грунта и развитие процессов эрозии. Леса занимают примерно 44,5% (182,2 км<sup>2</sup>) площади архипелага. Из них 47,9% приходится на ельники, 29,3% на сосняки; 19,9% на березняки и осинники, которые являются этапом вторичной восстановительной или пирогенной сукцессии, прочие виды составляют 3,5% (Проект..., 1989). Древостой в лесах, расположенных вблизи морского побережья, проявляет признаки угнетения. В период циклонической активности часто происходят ветровалы. Это связано с тем, что значительная часть территории архипелага перекрыта мощным чехлом четвертичных моренных отложений. Поэтому проникновение корней под маломощный почвенный слой затруднено. Некоторые участки темнохвойных лесов, расположенные в понижениях рельефа, подвергаются постепенному заболачиванию, что приводит к деградации древостоя. Болота занимают примерно 15% от общей площади архипелага, преобладают болота верхового и переходного типа. Встречаются болота аапа-типа (Смагин, 2001). Так, например, Муксалминское болото аапа-типа (площадь 1200 га) входит в состав болотных угодий международного значения (Рамсарская конвенция), что впервые от-

мечено для территории архипелага в 1996 М.Боч. Луга занимают около 0,1-0,2% площади архипелага и расположены в центральной части о-вов. Приморские луга, в виде узкой прерывистой полосы проходят по побережью крупных о-вов. Они являются как естественными, так и антропогенными (на месте вырубок, гарей прибрежных лесов и кустарников). Луга в центральной части островов имеют антропогенное происхождение и возникли в результате осушения болот и вырубки лесов. Интенсивное формирование лугов началось с создания в XVI в. сложной системы каналов. Озерно-канальная система в результате интенсификации сброса в море избытка пресной воды способствовала снижению влажности воздуха и почв, что благоприятствовало развитию луговых фаций с дерново-подзолистыми почвами. В настоящее время эти гидротехнические сооружения разрушаются. На лугах происходит смена флористического состава в результате переувлажнения и вторичного заболачивания. Ослабление дренажных функций привело к увеличению увлажнения. Каналы становятся мелководными и заиленными. Затворы на шлюзах в большинстве случаев не работают. Сейчас на территории архипелага преобладают сухолюбивые злаково-разнотравные луга с мезофильным характером увлажнения. Увеличение антропогенной нагрузки на растительность приводит к снижению ее биоразнообразия (Шабунина, 2003).

Среднее содержание *тяжелых металлов* в почвах различных фаций значительно ниже утвержденных ПДК (Санитарные нормы..., 1987). Максимальные содержания исследованных элементов также не превысили ПДК. Содержание ртути в почвах оказалось ниже порога обнаружения (менее 0,001 мг/кг). В настоящее время уровень загрязнения почв изученными элементами низок. Распределение их в почвах фаций обусловлено прежде всего типом их увлажнения, связанного с характером подстилающих пород. Повышенные концентрации элементов характерны для мезофильного, пониженные – для мезогигрофильного и гигрофильного увлажнения. На Соловецких островах среднее содержание свинца в разных фациях варьирует от 1,55 до 14,20 мг/кг почвы, а хрома – не превышает 1,30 мг/кг. В целом, по существующим классификациям (Обухов, 1992), почвы Соловецкого архипелага можно отнести к незагрязненным с низким естественным накоплением тяжелых металлов. Анализ содержания в почвах островов ряда наиболее широко распространенных хлороорганических пестицидов не показал наличие ДДД, ДДЕ, ДДТ. В 8 пробах (23 %) обнаружен ГХЦГ в невысоких концентрациях, не превышающих 20 % от ПДК: на Большом Соловецком (район оз. Нижний Перт, Ботанический сад и г. Секирная) и Большом Заяцком о-вах. Наиболее высокие содержания (0,01-0,02 мг/кг) отмечены в пробах из Ботанического сада.

## Заключение

При анализе геоэкологических проблем Соловецкого архипелага выявлено, что низкая экологическая напряженность позволяет говорить о возможности рационального природопользования на архипелаге. На основе комплексного анализа данных обозначены основные геоэкологические проблемы Соловецкого архипелага. Для природной среды архипелага характерен минимально возможный уровень химического загрязнения почв. Для большей части территории Соловецкого архипелага характерна удовлетворительная экологическая ситуация и низкая экологическая напряженность. Из потенциально опасных объектов следует выделить рост транспорта и дизельную станцию, использующую в качестве топлива нефтепродукты. Потенциальной угрозой для стабильного экологического состояния может стать неконтролируемый рост туристической нагрузки.

*Работа выполнена при поддержке Баренц-Секретариата (проект № 234021 «Комплексное развитие Соловков» 2002); РФФИ «Север» (проекты №02-04-97-505 и 02-05-97-502), НТП «Университеты России» (проекты № 992457 и № УР 07.01.064) ФЦП «Интеграция» (Э 3033/1605), РФФИ, администрации Архангельской области и Соловецкого музея-заповедника.*

## Литература

- Болотов И.Н., Барзут О.С., Шварцман Ю.Г. Современное состояние компонентов экосистем Соловецкого архипелага в условиях меняющегося климата // XXX Ломоносовские чтения. Сб. науч. трудов. Архангельск: Изд-во ПГУ, 2002. С. 422-432.
- Колосова Г.Н. Природно-географический анализ исторических территорий: Соловецкий архипелаг. М.: РНИИ, 1999. 110 с.
- Кочуров Б.Н. Экологические ситуации и их прогноз // География и природные ресурсы, №2, 1992. С. 13.
- Наквасина Е.Н., Шаврина Е.В. Геоботанические исследования. Архангельск: Изд-во ПГУ, 1998. 40 с.
- Никишин Н.А. Особенности развития берегов Соловецких островов в голоцене // Вестн. МГУ. Сер. 5, География. 1984. № 5. С. 55-57.
- Никишин Н.А. Анализ развития природы Соловецких островов. Автореф. дисс. ...канд. геогр. наук. М. 1986. 24 с.
- Никишина А.Г. Устойчивость природных ландшафтов Соловецких островов к рекреационному воздействию // Природа и хозяйство Севера. Мурманск, 1985. Вып. 13. С. 81-87.
- Обухов А.И. О нормировании содержания тяжелых металлов в почвах // Экологические основы оптимизации урбанизированной и рекреационной среды. Ч. 2. Тольятти, 1992. С. 38-40.
- Проект организации и развития лесного хозяйства Соловецкого лесхоза: Объясн. записка. Лесоустройство. Архангельск. 1989.
- Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве. СанПиН 42-18-4433-87. М., 1987.

- Смагин В.А. Болота Южной части Большого Соловецкого острова // Биоразнообразие Европейского Севера. Петрозаводск. 2001. С. 162.
- Соловецкие острова: Картографический путеводитель. М.: Аэрогеодезия, 2001.
- Соловецкий район сегодня. Краткий статистический сборник. Архангельск, 1999. 37 с.
- Шабунина Л.Н. Определение возможной рекреационной нагрузки на Соловецком архипелаге // Вестник Поморского университета, 2003. Сер. ест-е и точные науки. № 1(3). С. 37-41.
- Шварцман Ю.Г., Болотова Г.Н., Болотов И.Н., Поликин Д.Ю. Проблемы геоэкологии Соловецкого архипелага // Вестник Поморского университета, 2002. Сер. ест-е и точные науки. № 3. С. 18-28.
- Шварцман Ю.Г., Игловский С.А., Болотов И.Н. Геоэкологическое состояние Соловецкого архипелага в условиях меняющегося климата // Экология северных территорий России. Архангельск. ИЭПС УрО РАН. 2002. Т. 1. С. 47-52.
- Экология культуры. №4(17). Архангельск, 2000. 25 с.