

# ПРОГРАММА «ПАСВИК»

## ОБЩИЙ ОТЧЁТ

Состояние окружающей среды  
в приграничном районе Норвегии,  
Финляндии и России

Администрация Губернатора провинции Финнмарк, Норвегия  
Региональный Центр окружающей среды Лапландии, Финляндия  
Мурманское управление по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды, Россия



# ПРОГРАММА «ПАСВИК» ОБЩИЙ ОТЧЁТ

Состояние окружающей среды  
в приграничном районе Норвегии,  
Финляндии и России

Администрация Губернатора провинции Финнмарк, Норвегия  
Региональный Центр окружающей среды Лапландии, Финляндия  
Мурманское управление по гидрометеорологии и  
мониторингу окружающей среды, Россия

## ПРОГРАММА «ПАСВИК» ОБЩИЙ ОТЧЁТ 2008

Администрация Губернатора провинции Финнмарк, Норвегия  
Региональный Центр окружающей среды Лапландии, Финляндия  
Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Россия

АВТОР: Каролин Саймон (Environmental Editing Ltd)  
ГРАФИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ: Хеге Шурсен (Dugg Design AS)  
КАРТЫ И ИЛЛЮСТРАЦИИ: Ханну Лехтомаа и Риху Эло (Центр окружающей среды Лапландии)  
ВЕРСТКА РУССКОЯЗЫЧНОЙ ПУБЛИКАЦИИ: Тимо Рехтонен  
ОТПЕЧАТАНО: Корйювӓ Оу, Ювясколя 2008

ФОТО НА ОБЛОЖКЕ: Пер-Арне Амундсен (NCFS), Людмила Исаева (INER), Стейнар Викан (Bioforsk),  
Ханс Тёммервик (NINA), Рагнар В. Педерсен (Bioforsk), Йоханнес Абилдснес (Администрация Губернатора провинции Финнмарк)  
ФОТО: защищены авторским правом, контактные данные фотографов на стр. 22

Публикация доступна в Интернете: [www.pasvikmonitoring.org](http://www.pasvikmonitoring.org) > Дополнительная информация > Публикации 2003-2008  
Отчёт написан по-английски и переведён на финский, норвежский, русский и саамский языки.  
Официальная версия на английском языке.

ISBN 978-952-11-3110-3 (print)  
ISBN 978-952-11-3111-0 (PDF)



## Содержание

Введение	01
Район Инари-Паз	02
Деятельность человека	04
Качество воздуха	08
Наземные экосистемы	12
Водные экосистемы	16
Выводы	20

## Вступительное слово

Программа «Пасвик» представляет собой трехлетнюю работу более чем двадцати исследовательских институтов и природоохранных организаций Норвегии, Финляндии и России. Данный проект, финансируемый через программу Интеррег IIIA Коларктик, начался в 2003 году и ставил перед собой следующие цели:

- Разработка и внедрение совместной программы мониторинга и оценки окружающей среды в приграничном районе Норвегии, Финляндии и России;
- Наблюдение и оценка влияния модернизации горно-металлургического комбината «Печенганикель», расположенного в северо-западной части Кольском полуострова;
- Сравнение и гармонизация методов мониторинга, используемых в трех странах;
- Совместная оценка состояния воздушной, водной и наземной среды приграничного района;
- Информирование населения, органов регионального и местного управления, а также научных организаций о состоянии окружающей среды приграничной территории Норвегии, Финляндии и России.

В марте 2007 года был опубликован отчет *State of the Environment in the Norwegian, Finnish and Russian Border Area* (Состояние окружающей среды приграничного района Норвегии, Финляндии и России), где описывается современное состояние окружающей среды на водосборной территории реки Паз, а также изменения, произошедшие за последние годы в условиях снижения объемов выбросов горно-металлургического комбината «Печенганикель». За дополнительной информацией, включая количественные данные, можно обратиться к компакт-дису, прилагаемому к отчету, и к научным организациям, участвовавшим в проекте.

Данный общий отчет по программе «Пасвик», является упрощенной, легко читаемой версией основного отчета. Общий отчет представляет основные заключения о состоянии окружающей среды, а так же рекомендации по дальнейшим действиям в приграничном районе на основании совместно разработанной программы мониторинга и оценки окружающей среды.



В проекте принимала участие большая группа экспертов из Норвегии, Финляндии и России, наглядно демонстрируя, что многоотраслевое сотрудничество трех стран может быть успешным и предоставлять важную практическую информацию по управлению окружающей средой и ее мониторингу в уникальном Арктическом регионе.

Программа «Пасвик» выражает признательность многочисленным специалистам, научным и природоохранным организациям, которые вложили свои силы, время и знания в данный проект. Основные участники перечислены на следующей странице.

Мы выражаем особую благодарность координаторам программы «Пасвик» Илоне Грекеля и Амунду Бейтнесу за многочасовую работу, необходимую для реализации данного проекта. Огромное спасибо автору данного отчета Каролин Саймон и художнику-оформителю Хеге Шурсен за всё, что они сделали по подготовке данного отчета.

Главным фактором успеха проекта было успешное взаимодействие между Норвегией, Финляндией и Россией. Без этого многоотраслевого трехстороннего сотрудничества планирование действий по охране окружающей среды и принятие решений на региональном, национальном и интернациональном уровнях было бы невозможно.

**Бенте Кристиансен,**  
*Администрация Губернатора провинции Финнмарк*

**Оути Мяхёнен,**  
*Региональный Центр окружающей среды Лапландии*

## Организации-участники проекта:

### Координирующие организации

Региональный Центр окружающей среды Лапландии (LREC), Финляндия (ведущая организация)  
Администрация губернатора провинции Финнмарк, Норвегия  
Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (МУГМС), Росгидромет, Россия

### Научно-исследовательские организации

Институт исследования леса Финляндии (METLA)  
Институт исследования дичи и рыбного хозяйства Финляндии (RKTL)  
Метеорологический Институт Финляндии (FMI)  
Институт окружающей среды Финляндии (SYKE)  
Геологический институт Финляндии (GTK)  
Региональный Центр окружающей среды Лапландии (LREC)  
Институт исследования воздуха Норвегии (NILU)  
Геологический институт Норвегии (NGU)  
Институт исследования вод Норвегии (NIVA)  
Акваллан-НИВА, Норвегия (Akvarlan-NIVA)  
Институт исследования природы Норвегии (NINA)  
Отдел исследования рыбных запасов университета г. Тромсё, Норвегия (NCFS)  
Институт исследования леса Норвегии (Skogforsk)  
Экологический центр Сванховд, Норвегия  
Институт проблем промышленной экологии севера, КНЦ РАН (ИППЭС)  
Мурманское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (МУГМС), Росгидромет, Россия  
Центр лабораторного анализа и технических измерений по Мурманской области (ЦЛАТИ)  
Государственный природный заповедник «Пасвик»  
Всероссийский научно-исследовательский институт охраны природы (ВНИИприроды)  
Институт глобального климата и экологии (ИГКЭ), Россия

### Финансирующие органы:

программа Интеррег IIIA Коларктик  
Совет министров Северных стран  
Министерство окружающей среды Финляндии  
Баренцсекретариат в Норвегии  
Министерство окружающей среды Норвегии

### Другие участники:

Муниципалитет Инари, Финляндия  
Муниципалитет Сёр-Варангер, Норвегия  
Администрация Печенгского района, Россия  
Кольская горно-металлургическая компания, Россия

## Введение

О влиянии горно-металлургического комбината «Печенганикель», расположенного на северо-западе Кольского полуострова, на природную среду было практически ничего неизвестно за пределами России до 80-х годов прошлого столетия. До того времени иностранцам было сложно посещать Россию, и, несмотря на экологический ущерб на территории в сотни квадратных километров вокруг металлургических заводов, за пределами региона об этом почти ничего не знали. Экологические исследования в середине и конце 80-х годов показали, что нарушения в природной среде на территории Норвегии и Финляндии вдоль российской границы являются частью значительной экологической проблемы, вызванной деятельностью объектов горнодобывающей и металлургической промышленности в Никеле и Заполярном. Исследования ясно показали, что это ухудшение состояния окружающей среды было результатом огромных объемов двуокиси серы и токсичных тяжелых металлов в атмосферных выбросах комбината «Печенганикель».

До сих пор все три страны проводили независимые наблюдения за состоянием окружающей среды в районе границы между Финляндией, Норвегией и Россией. Это затрудняло получение общего представления о состоянии наземных и водных экосистем в приграничном районе и использование результатов наблюдений для экологического

планирования и принятия решений, особенно на региональном уровне.

Основным результатом проекта «Программа Пасвик» является совместная для трёх стран программа мониторинга и оценки состояния окружающей среды на территории, подверженной влиянию выбросов промышленного комплекса «Печенганикель». В течение трех лет региональные административные органы и учёные из 20 финских, норвежских и российских научно-исследовательских институтов и экологических организаций работали над созданием программы мониторинга, определением настоящего состояния и изменений, произошедших с начала 90-х годов в окружающей среде приграничной территории. Одинаковые методы сбора и хранения данных обеспечат их надежность и сравнимость, совместные отчёты улучшат доступность информации. Очень важно, что результатами наблюдений могут воспользоваться и эксперты, и местное население трех стран. Сотрудничество при оценке состояния окружающей среды позволяет проследить влияние осуществляемой модернизации и программ снижения выбросов промышленного комплекса «Печенганикель» на территории трёх стран. Ожидается, что налаженное в ходе реализации проекта тесное сотрудничество между административными экологическими организациями и исследователями трех стран продолжится и после завершения проекта.

## Район Инари-Паз

Река Паз берёт начало из озера Инари. Почти на всей протяжённости она является пограничной рекой между Норвегией и Россией. Её водосборная территория характеризуется большим количеством озёр, ручьев и болот, сообщающихся реками с быстрым течением.

Около 70 % водосборной площади приходится на территорию Финляндии, 5 % на территорию Норвегии и 25 % на территорию России.

Берега самого крупного озера Лапландии Инари каменистые и крутые. Половину его площади образует лабиринт из более чем 3000 островов.

Территория исследований Программы «Пасвик» - это приграничный район Норвегии, Финляндии и России.

Район Инари-Паз занимает площадь в 20 000 км<sup>2</sup>. Основная часть территории приходится на бассейн реки Паз, являющийся пограничным водосборным бассейном трёх государств: Финляндии, Норвегии и России. Этот лесной и озёрный край очень богат природными ресурсами. Здесь пояс северной тайги соприкасается со скупой тундрой побережья Баренцева моря.

Основные водоёмы района – это озеро Инари и берущая из него начало река Паз. Многочисленные озёра и ручьи, огибающие возвышенности с безлесными вершинами, также характерны для этих мест.

Зимы в этом регионе холодные, обычно снежный покров держится с середины ноября по конец мая. Реки и озера замерзают поздней осенью (в октябре или ноябре) и освобождаются ото льда в апреле-мае, а озеро Инари только в июне. Несмотря на относительно теплое лето, вегетационный период короткий. Уровень атмосферных осадков невысок, зимой осадков меньше примерно в два-три раза, чем летом.



ПЕКА РАЙН



АНДРЕЙ БАК



В зимний период преобладают южные и юго-западные ветры. В результате большая часть выбросов металлургического производства уносится на север и северо-восток, а на территорию Норвегии и Финляндии загрязняющие вещества перемещаются с воздушными массами только тогда, когда ветер принимает обратное направление. Летом направление ветра более непостоянно.

### Вегетационный период

Вегетационный период – период со среднесуточной температурой выше +5 °С. В районе Инари-Паз вегетационный период длится 110-120 дней.

В долинах, на склонах невысоких сопок и равнинах толщина почвообразующей породы достигает нескольких метров, причем она постепенно снижается с увеличением высоты над уровнем моря вплоть до полного отсутствия почвы на вершинах гор. Характер почв отражает геологию пород под ними. Материнская порода в приграничном районе в основном известняковая, и, за исключением небольших участков, почвы устойчивы к окислению осаждающимися загрязняющимися веществами. Приблизительно 10 % приграничной территории покрыто торфом.

Благодаря географическому расположению приграничного района, его растительный и животный мир представлен видами, встречающимися в самой северной части их ареала, а для видов, обитающих на востоке, это – западная граница их зоны обитания. По мере приближения к северной границе сосновых лесов наблюдается постепенный переход к более редкому смешанному сосново-березовому лесу, затем следуют сопки с березовым лесом, и, наконец, безлесная тундра.

В районе находится несколько охраняемых территорий: Район Вятсяри, Природный заповедник Пасвик в Норвегии и государственный природный заповедник Пасвик в России, Зона охраняемого ландшафта Овре Пасвик, национальный парк Овре Пасвик и большой природный заповедник Саметти-Шелватнет. Заповедник Пасвик, расположенный на территории Норвегии, включён в список природоохранных территорий Рамсар, объединяющий наиболее ценные болотные угодья мира.



РАЙОН ВОГА ПЕДЕРСЕН



ДАЧ ААМЛИДИ



ДАЧ ААМЛИДИ

### Рамсарская конвенция

Международная конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение, главным образом, в качестве мест обитания водоплавающих птиц Конвенция вступила в силу в 1975 году. Её задача

– охрана и разумное использование особо значимых водно-болотных угодий с помощью мер на местных, региональных и национальных уровнях и международного сотрудничества во имя устойчивого развития во всем мире.



РАЙОН ВОГА ПЕДЕРСЕН

Обширная сеть заболоченных территорий в бассейне реки Паз является важным местом гнездования, отдыха и временного обитания многих видов перелетных птиц, включая различных болотных птиц.

В приземной растительности сосновых и березовых лесов преобладают кустарнички. Наиболее распространены брусника, вороника и багульник, также часто встречаются морошка, черника, различные виды мхов и лишайников.

## Деятельность человека

На территории Инари-Паз находится три приграничных муниципальных образования: Печенгский район в России, Сёр-Варангер в Норвегии и Инари в Финляндии. Из этих трех районов Печенгский – самый густонаселенный. Это высокоразвитый промышленный район, где большинство работающего населения занято в горной и металлургической промышленности. Традиционно эта территория является районом проживания саамов. Оленеводство по-прежнему практикуется на территории Норвегии и Финляндии. Рыбная ловля, лесное и сельское хозяйство являются важными отраслями хозяйственной деятельности в регионе.

### Гидроэлектростанции

На реке Паз с 1951 по 1978 год было построено пять российских и две норвежские гидроэлектростанции. Равнинность рельефа способствовала образованию водохранилищ, в результате под водой остались большие площади суши. Для увеличения выработки энергии поступление воды из озера Инари в реку Паз регулируется сооруже-

ной в истоке реки плотиной Кайтакоски. Регулирование водотока и сооружение водохранилищ привело к значительным изменениям в видовом составе растений и животных.

### Горно-металлургическая промышленность

Горно-металлургический комбинат «Печенганикель» является частью Кольской горно-металлургической компании, входящей в концерн «Норильский никель». Производственные площадки расположены вблизи города Заполярный и посёлка городского типа Никель в северо-западной части Кольского полуострова, на территории России. Промышленные объекты Заполярного и Никеля находятся приблизительно на расстоянии 30 км друг от друга и примерно в 15 и 5 километрах от норвежской границы соответственно. Добыча руды ведётся открытым и подземным способами. В состав комбината входят обогатительная фабрика, цех обжига, плавильный цех и сернокислотный цех. Готовая продукция – медно-никелевый

Плавильный цех комбината «Печенганикель» расположен рядом с посёлком Никель на северо-западе Кольского полуострова. На данном снимке видны дымовые трубы и техногенная зона вокруг них.



## Печенгский район

Промышленное освоение Печенгского района началось в начале 1930-х годов с открытием никелевых месторождений. Вскоре появился первый плавильный завод, построенный в 1933 году канадско-финским предприятием в посёлке Никель. Производство никеля продолжил Советский Союз, когда часть территории Финляндии перешла к нему по окончании Второй мировой войны. Постепенно горно-металлургическая промышленность на западе Кольского полуострова становилась более интенсивной. Изначально производство было основано на использовании местных медно-никелевых руд, но в 1969 году из сибирского Норильска начались поставки богатой руды с гораздо более высоким содержанием серы. В результате в середине 70-х годов резко возросли объемы выбросов двуокиси серы, а вокруг плавильных заводов появились первые признаки нарушений в природных экосистемах. Выбросы от металлургического производства содержат большие количества тяжёлых металлов. Сегодня значительные средства вкладываются в программу модернизации комбината «Печенганикель» с целью снижения данных выбросов.



БАРЕНЦ ФОТО

На горно-металлургическом комбинате «Печенганикель» работает около 10 000 человек.

файнштейн, а также серная кислота. Основные загрязняющие воздух вещества – двуокись серы и тяжелые металлы, такие, как никель и медь в составе мельчайших пылевых частиц. Большие количества тяжелых металлов также содержатся в сточных водах, сбрасываемых в местные водоемы.

## Медно-никелевое производство

Ранее большие объемы руды поступали из Норильска в Сибири, сегодня производство меди и никеля на комбинате «Печенганикель» основано на местной руде открытого рудника Центральный вблизи города Заполярный и двух подземных рудников. При открытой добыче используются минералы, залегающие на небольшой глубине. При этом образуется значительное количество вскрышных пород, которые являются отходами горного производства и вывозятся на отвалы. Места складирования отходов горно-металлургического производства портят ландшафт, являются источниками больших объемов пыли, разносимой ветром. Токсичные вещества, выщелачивающиеся из отходов, загрязняют местные водоемы.

Медно-никелевая руда обогащается методом флотации на обогатительной фабрике в Заполярном. Затем концентрат отправляется в цех обжига для производства упрочненных медно-никелевых окатышей. Богатые руды и окатыши поступают в плавильный цех в Никеле, где конечной продукцией являются 14-тонные блоки медно-никелевого файнштейна. Обжиговый цех и плавильный завод



БАРЕНЦ ФОТО

Центральный карьер, г. Заполярный. Природный ландшафт существенно нарушен вследствие добычи больших объемов руды.

являются основными источниками загрязняющих веществ, производя большие выбросы двуокиси серы и токсичных тяжелых металлов. Часть двуокиси серы, выделяющейся из руды под воздействием высоких температур, собирается и используется в качестве сырья для производства серной кислоты на площадке в Никеле. Гранулированный шлак плавильного процесса складывается на берегу реки Колосйоки (см. карту на стр.16).

### Сточные воды

В процессе производства на комбинате «Печенганикель» образуется большое количество сточных вод. В 2005 году в поверхностные водные объекты было сброшено около 26 миллионов кубометров сточных вод, причем приблизительно 8 миллионов кубометров в реку Колос-йоки. Несмотря на меры компании по уменьшению загрязнения, концентрации тяжёлых металлов в сточных водах остаются очень высокими.

### Выбросы двуокиси серы

Медно-никелевое производство комбината «Печенганикель», начатое в 1933 году, является источником обильных выбросов двуокиси серы. Первые 30 лет выбросы составляли приблизительно 100 000 тонн в год, затем резко возросли в 70-е годы прошлого века, достигнув максимального показателя около 400 000 тонн в 1979 году. Это произошло из-за перехода с использования местной руды с примерным содержанием серы 6,5 % на норильскую руду с содержанием серы около 30 %. Со середины 80-ых годов произошло снижение выбросов, обусловленное повышением объема утилизации уловленных примесей, снижением объемов производства и прекращению использования норильской руды, а также мерам по увеличению использования диоксида серы на производство серной кислоты

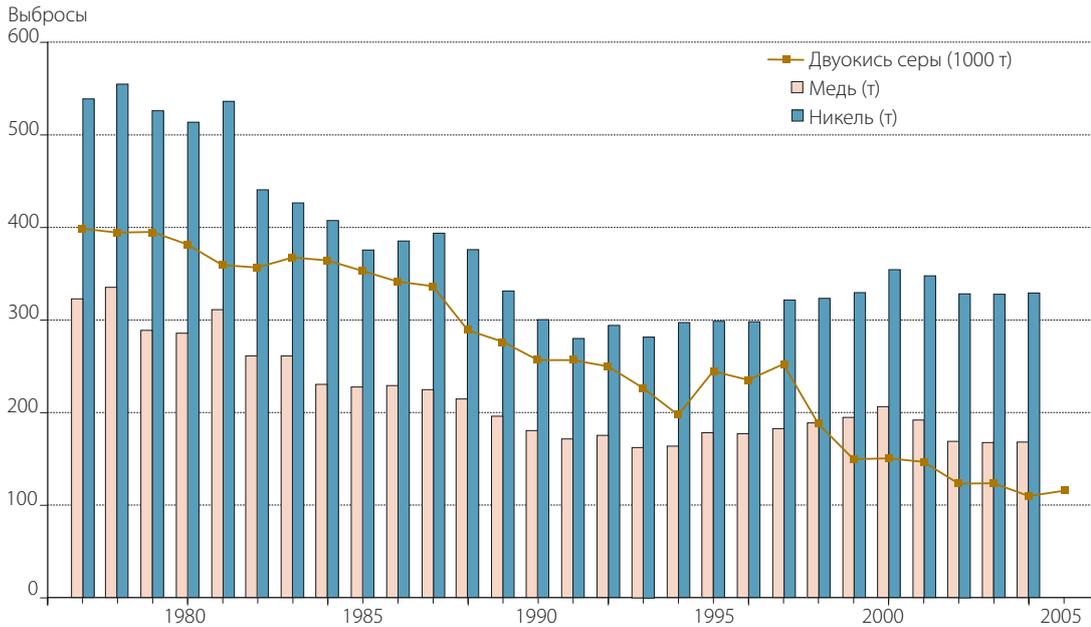
### Выбросы тяжелых металлов

Металлы в газообразной форме конденсируются в виде мельчайших частиц в дымовых газах и затем

После извлечения из карьера руда дробится и измельчается для удаления пустой породы. Затем вкрапленные руды обогащаются, после чего направляются на плавку в доменной печи. Руда плавится в домнах при высоких температурах, образуя расплавленный металл и шлак. Когда расплавленный металл остывает, из него формируют металлические блоки - файнштейн, являющиеся конечной продукцией плавильного процесса.

ФОТО: НОРИЛЬСК-НИКЕЛЬ





Несмотря на то, что сейчас общие объемы выбросов двуокиси серы металлургического производства приблизительно на 75 % ниже максимальных величин, наблюдавшихся в 70-е годы, уровень выбросов всё же высок. Например, общее количество двуокиси серы, выброшенной комбинатом за 2004, в четыре раза превышает выбросы двуокиси серы во всей Норвегии.

выбрасываются в атмосферу. Основные тяжелые металлы, поступающие в атмосферу в ходе производственного процесса на комбинате «Печенганикель», — это никель и медь, хотя в выбросах также присутствуют кобальт и другие токсичные металлы. Наиболее высокими выбросы меди и никеля были в конце 70-х годов с последующим снижением в 80-е годы. На протяжении последних десяти лет уровень выбросов тяжелых металлов практически не снизился.

### Техногенная пустыня вокруг комбината

Большие объемы выбросов двуокиси серы и соединений металлов в течение нескольких десятилетий почти совершенно уничтожили растительность вокруг комбината. Техногенная зона простирается на сотни квадратных километров. Кольская горно-металлургическая компания проводит значительные меры по восстановлению ландшафта. На нарушенных площадях высаживаются ива и рябина.

#### Данные по выбросам

Данные по выбросам являются расчётными. Они предоставлены Кольской горно-металлургической компанией.

### Меры по дальнейшему снижению выбросов

Норвегия и Россия уже несколько лет совместно работают над сокращением выбросов комбината «Печенганикель». Поставленная цель — снижение выбросов двуокиси серы до 12 000 тонн в год и пыли до 300 тонн в год. Ожидается, что данная цель

будет достигнута с помощью реконструкции цеха обжига в Заполярном и плавильного цеха в Никеле, а так же модернизации серноокислотного цеха. Программу модернизации планируется завершить в 2010 году.

### Влияние непроизводственных отраслей промышленности на окружающую среду невелико

Лесное и сельское хозяйство, рыболовство и оленеводство играют важную роль в жизни сельскохозяйственных областей норвежской и финской частей региона. Влияние данных видов деятельности на окружающую среду имеет локальное значение. Интенсивное использование подножного корма в оленеводстве привело к сокращению лишайникового покрова в некоторых областях и даже замедлило восстановление растительности после снижения выбросов двуокиси серы. На качество вод выпаса оленей влияния не оказывает.



РАЙНАР ВСОЯ ПЕДЕРСЕН

Оленеводство, как на норвежской, так и на финской территории является важным видом хозяйственной деятельности. По обе стороны норвежско-финской границы выпасается много оленей.

## Качество воздуха

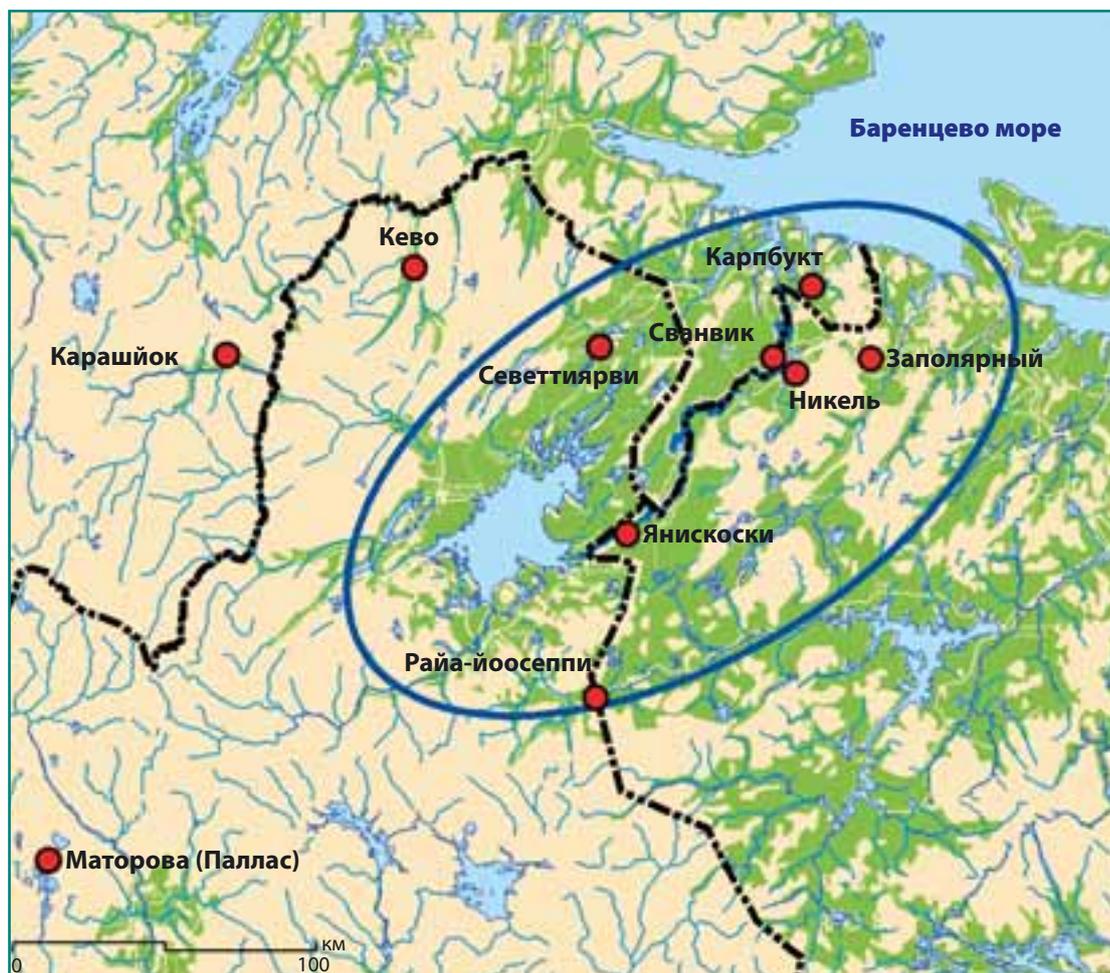
Наблюдения за качеством воздуха ведутся в районе Инари-Паз уже несколько десятилетий в рамках национальных и международных программ. Международное сотрудничество началось в 1988 году с российско-норвежского базового исследования загрязнения воздуха и последующих совместных исследований в 90-е годы. В 2003-2006 годах разработанная программа мониторинга качества воздуха и загрязняющих атмосферных выпадений – это первый трёхсторонний проект по качеству воздуха на приграничной территории Финляндии, Норвегии и России.

### Станции наблюдения за качеством воздуха

Загрязнение воздуха наблюдается в приграничном районе на нескольких станциях. В совместной программе мониторинга используются данные измерений трёх станций, расположенных в Никеле,

Сванвике и Севеттиярви. Сванвик находится на норвежской территории в 9 км от Никеля на запад, Севеттиярви – на финской. Используются данные и других метеорологических станций. По некоторым станциям имеются довольно длинные ряды наблюдений, позволяющие проследить изменения в содержании загрязняющих веществ в воздухе за длительный срок. Дольше всего мониторинг за загрязняющими атмосферными выпадениями и качеством воздуха проводится в Сванвике, где содержание двуокиси серы в атмосферном воздухе наблюдается с 1974 года, а концентрации соединений тяжёлых металлов в осадках – с 1988 года. Расположенная в северо-восточном направлении от комбината "Печенганикель" станция наблюдений Мааяври не функционирует с 2001 года. Территория к северо-востоку от комбината, очевидно, наиболее сильно подвержена загрязнению из-за направления господствующих ветров.

Результаты измерений четырёх станций мониторинга Норвегии, Финляндии и России (красные точки) использовались для оценки качества воздуха в приграничном районе.



## Региональный фоновые станции мониторинга

Станции Карашйок в Норвегии, и Паллас в Финляндии являются региональными фоновыми станциями мониторинга. Воздух в районе таких станций мало подвержен местному загрязнению и его качество отражает долгосрочные тенденции состава атмосферы. Сравнение результатов наблюдений станций Карашйок и Паллас с результатами станций приграничного района позволяет определить, каким образом местные источники загрязнения влияют на качество воздуха. Данные измерений на российской станции Янискоски дают представление о загрязнении, распространяющемся через границу.

### Рамочная директива по качеству атмосферного воздуха

В 1996 году Европейский Совет принял рамочную директиву 1996/62/ЕС по оценке и управлению качеством атмосферного воздуха. Она установила стандарты качества воздуха по ранее нерегулируемым загрязняющим веществам, а также график издания дочерних директив по предельным показателям качества воздуха и пороговым величинам по ряду загрязняющих веществ. Цель дочерних директив – гармонизация стратегий мониторинга, методов измерений, калибровки и оценки качества на всей территории Европейского Союза.

### Предельные величины для двуокиси серы

Целью установления предельных величин для содержания двуокиси серы первой дочерней директивой (1999/30/ЕС) рамочной директивы по качеству атмосферного воздуха является избежание, предотвращение и снижение вредного воздействия двуокиси серы на здоровье человека и окружающую среду.

- Для охраны здоровья человека установлена дневная предельная величина, равна среднему содержанию  $125 \text{ мкг/м}^3$  в течение 24 часов. Данная концентрация не должна превышать чаще, чем три раза в год.
- Для охраны экосистем предельной величиной является содержание  $20 \text{ мкг/м}^3$  в среднем за календарный год и зиму (с 1 октября по 31 марта).

## Системы оценки качества воздуха в разных странах различны

Финляндия является членом Европейского Союза, поэтому данные наблюдений там соотносятся с предельными и контрольными показателями, установленными Рамочной директивой по качеству атмосферного воздуха и рядом ее дочерних директив для здоровья человека и экосистем. Норвегия – член Европейской экономической зоны (Europeiske økonomiske samarbeidsområde – EØS) и использует те же стандарты для определения качества воздуха. В России качество воздуха определяется путем сравнения данных наблюдений с значениями, утвержденными Министерством здравоохранения РФ. Несмотря на различные

подходы, предельные величины для двуокиси серы в Финляндии, Норвегии и России близки по значению.

Для концентраций тяжелых металлов (таких, как никель) не определен порог, ниже которого не существует угрозы для здоровья человека.

### Рекомендуемые значения концентраций других загрязнителей

Четвертая дочерняя директива (2004/107/ЕС) рамочной директивы по качеству атмосферного воздуха устанавливает контрольные показатели по содержаниям мышьяка, кадмия, никеля и бензо[а]пирена в атмосферном воздухе для предотвращения или снижения вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду. Контрольные величины для мышьяка –  $6 \text{ нг/м}^3$ , для кадмия –  $5 \text{ нг/м}^3$ , для никеля –  $20 \text{ нг/м}^3$  и для полициклических ароматических углеводородов, представленных бензо[а]пиреном, –  $1 \text{ нг/м}^3$ .



ЮССИПААТЕРО

Региональные фоновые станции мониторинга, такие как Маторова (Паллас), помогают изучать тенденции переноса загрязняющих веществ в Арктику из отдаленных источников. Такие станции предоставляют данные для ЕМЕП (Европейской программы мониторинга и оценки), действующей на основе конвенции Европейской экономической комиссии ООН по трансграничному загрязнению воздуха.

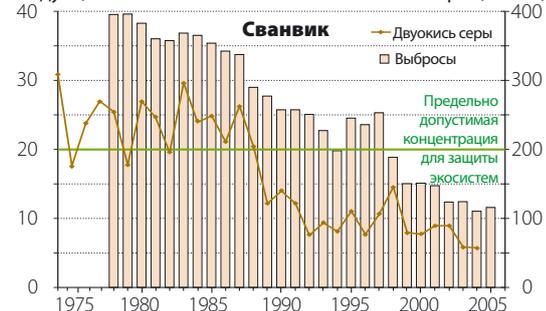


БЪЯРНЕ СИВЕРТСЕН

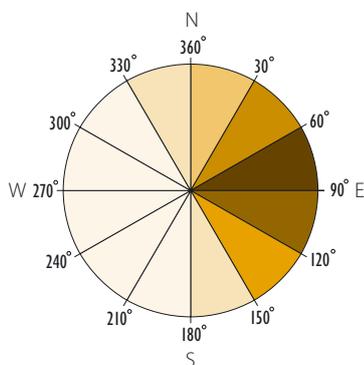
Станция мониторинга загрязнения воздуха в Никеле, принадлежащая NILU (фото), была одной из станций, предоставляющих данные по качеству воздуха для программы «Пасвик». Измерение концентраций двуокиси серы в воздухе на данной станции продолжается.

Концентрации двуокиси серы в воздухе, мкг/м<sup>3</sup>

Согласно российским данным наблюдений, с 2002 года концентрации двуокиси серы в Никеле находились либо на уровне предельной величины, необходимой для защиты экосистем, либо ниже этого уровня. По данным норвежской автоматической станции динамика изменения уровня концентраций та же, но замеры значения выше. Возможными причинами этой разницы являются разные методы, оборудование, а также метеорологические условия.

Концентрации двуокиси серы в воздухе, мкг/м<sup>3</sup> Выбросы диоксида серы (1000 т)

Наблюдаются признаки снижения среднегодовых концентраций двуокиси серы в воздухе на станции Swanvick в соответствии с постепенным снижением выбросов двуокиси серы комбината «Печенганикель».

Концентрации двуокиси серы в воздухе, мкг/м<sup>3</sup>

На станции Swanvick концентрации двуокиси серы в воздухе достигают максимального уровня при ветре со стороны комбината. Зимой 2005-2006 годов во время восточного и северо-восточного ветров концентрации превышали средние за зиму показатели в 13 раз. Подобные эпизоды высоких концентраций обычно длятся несколько часов.

Европейский совет утвердил всё же предельно допустимые концентрации тяжелых металлов в мельчайших взвешенных частицах вдыхаемого человеком воздуха.

### Снижение содержания двуокиси серы в воздухе

Станции наблюдения в жилых зонах Никеля находятся недалеко от комбината. Две из них принадлежат Мурманскому управлению по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и одна станция - Институту изучения воздуха Норвегии. Уровень концентраций двуокиси серы в городских районах относительно высок из-за выбросов плавильного цеха. На норвежской станции в Никеле результаты измерений двуокиси серы в воздухе несколько выше, чем на российских станциях, но данные обеих станций показывают ту же тенденцию. Причинами различий между норвежскими и российскими данными могут быть разные методы наблюдения и местные метеорологические условия.

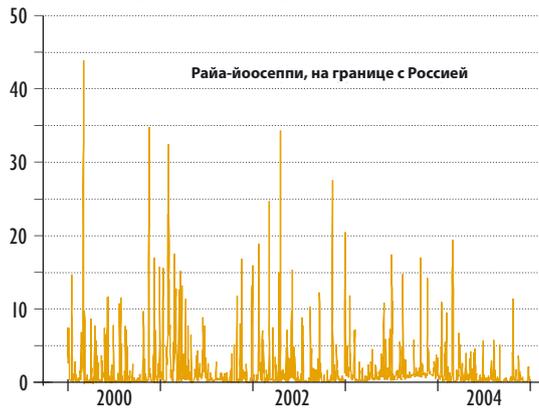
В Сванвике среднегодовое содержание двуокиси серы в воздухе часто превышало предельную для безопасности экосистем величину в 70-е и 80-е годы. Сейчас концентрации снижаются, предельная величина не превышалась с 1989 года. Среднегодовое содержание двуокиси серы в воздухе также ниже предельного значения и на других станциях наблюдений за воздухом в приграничном районе.

### Пики концентраций двуокиси серы зависят от направления ветра

Несмотря на то, что в целом содержание двуокиси серы в воздухе в местах наблюдений низкое, многие станции приграничного района регистрируют краткосрочные повышения, намного превосходящие установленные параметры качества воздуха. Эти повышения указывают на периоды атмосферного загрязнения. Короткие периоды повышенного содержания двуокиси серы были зарегистрированы всеми станциями наблюдений за воздухом, включая Райа-Йоосеппи на российско-финской границе приблизительно в 135 км к юго-западу от Никеля и на фоновой станции мониторинга в Палласе в западной Лапландии в 300 км к юго-западу от Никеля. В приграничном районе преобладают южные и юго-западные ветры, поэтому загрязняющие вещества переносятся в направлении противоположном норвежской и финской границе.

### Выпадение тяжелых металлов снижается по мере удаления от металлургических предприятий

Уровни выпадений тяжелых металлов существенно варьируют в приграничном районе. Однако, су-

Концентрации двуокиси серы в воздухе, мкг/м<sup>3</sup>

В 2002 году станция мониторинга качества воздуха в Райа-Йоосеппи на финско-российской границе зарегистрировала 15 эпизодов сильного загрязнения воздуха. Такие высокие концентрации нечасто наблюдаются в промышленных районах, и практически никогда не встречаются в других фоновых районах Финляндии.

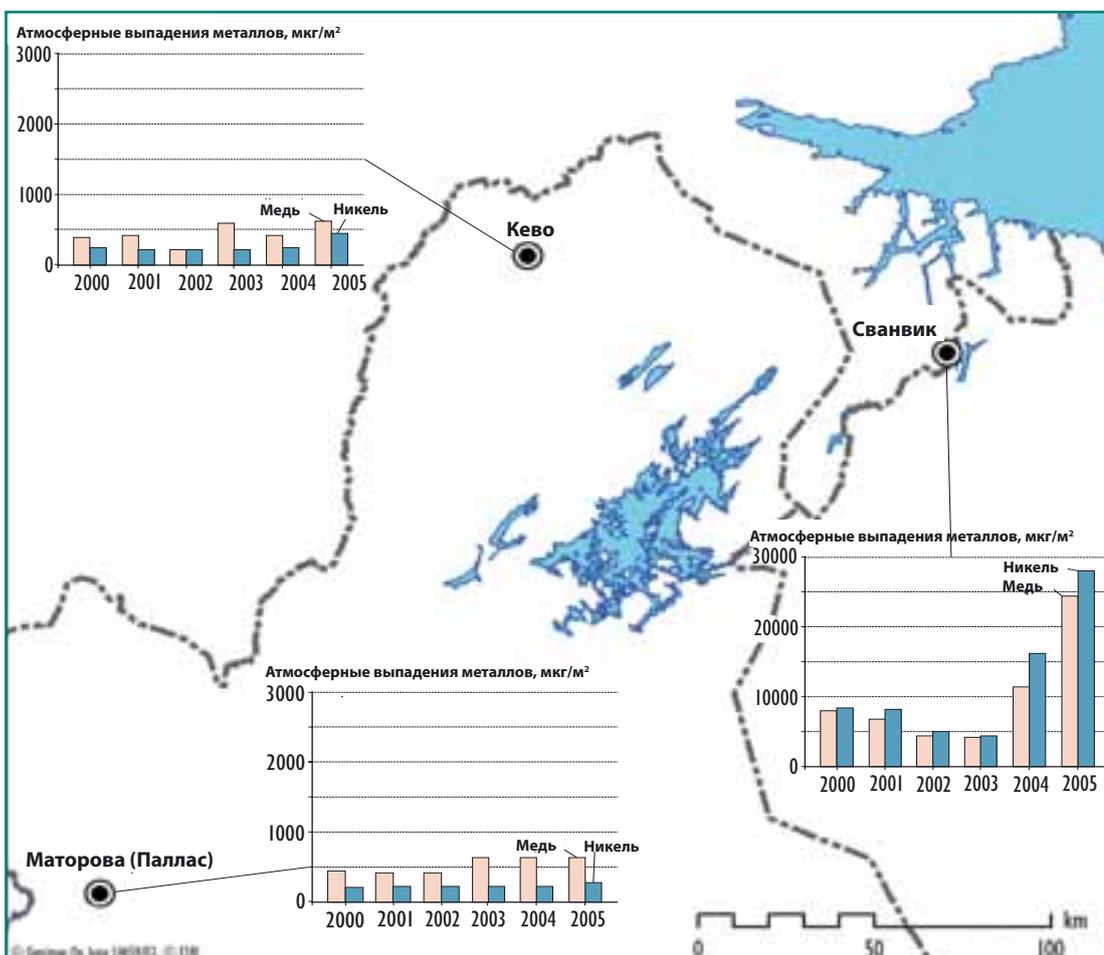
существует очевидная тенденция снижения выпадений тяжелых металлов с увеличением расстояния от производственных цехов к северу, югу и западу от заводов.

О выпадениях к востоку от Заполярного информации нет. Выпадения сульфатов также снижаются по мере удаления от промышленных объектов, но данная тенденция менее заметна, возможно, из-за маскирующего эффекта сульфатов морского происхождения, выпадающих в районах побережья Баренцева моря, и медленного превращения двуокиси серы в сульфат.

Выпадения тяжелых металлов и сульфатов характеризуются эпизодическими скачками концентрации. Данные скачки связаны с ветром, дующим со стороны заводов. Обычно господствующий южно-западный ветер относит металлургические выбросы в направлении противоположном финской и норвежской границе.

### Рост концентраций тяжелых металлов в осадках

Выпадения меди и никеля на приграничной территории увеличились с 2000 по 2005 год. Причины этого увеличения в период сокращения выбросов двуокиси серы и снижения содержания двуокиси серы в воздухе неясны и требуют дальнейшего изучения.



С 2000 года наблюдается повышение уровня концентраций меди и никеля в атмосферных выпадениях как вблизи промышленных объектов, так и на на таких удаленных станциях, как Кево.

## Наземные экосистемы

Влияние выбросов комбината «Печенганикель» на наземные экосистемы приграничного района оценивалось ранее в ряде исследовательских работ. Целью подпроекта по наземным экосистемам была гармонизация национальных методов наблюдений и на основе этого создание эффективной и экономичной трехсторонней программы мониторинга. Для этого была образована сеть наблюдений за наземными экосистемами (ТЕСМ), представляющая собой экспериментальные площадки вдоль трансект на север, запад и юг от комбината «Печенганикель». К востоку от комбината площадки не обустроивались в ходе проекта.

Для подтверждения сравнимости данных, получаемых разными исследовательскими группами, на начальном этапе проекта потребовалось тщательное планирование. Используемые методы обсуждались на семинарах и деловых встречах. Методы наблюдений и отбора проб сравнивались в полевых условиях, лаборатории, отвечающие за химические анализы, участвовали в сравнительных межлабораторных испытаниях. Кроме того, были согласованы методы статистической обработки данных и порядок отчетности.

### Снижение содержания тяжелых металлов в почвах маловероятно

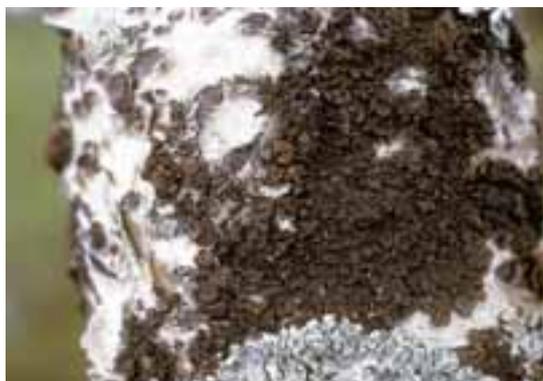
Динамика изменения содержания тяжелых металлов в почвах напоминает характер атмосферных выпадений: почвы вокруг производственных объектов содержат чрезвычайно много соединений тяжелых металлов, по мере удаления от заводов уровни их концентраций снижаются. Тяжелые металлы накапливались в почвах в течение всего время существования комбината, и снижение их концентраций маловероятно, даже если выбросы токсикантов сократятся вследствие программы модернизации. Хотя большая часть металлов находится в связанной форме, содержание доступных для растений форм по-прежнему настолько высоко, что оно препятствует возобновлению растительности на территории техногенной пустыни вокруг комбината. Несмотря на высокий уровень выбросов двуокиси серы, почвы в непосредственной близости от производственных объектов не страдают от закисления из-за защитного эффекта известняковых скальных пород в данном районе.

Площадки наблюдения расположены на лесных участках и основаны в местах проведения исследований во время предыдущих проектов. Площадки расположены по градиентам с севера на юг и с востока на запад от источников загрязнения в Никеле и Заполярном. Среди объектов наблюдения есть как сильнозагрязненные участки, так и фоновые контрольные площадки.



### Биоиндикаторы подтверждают результаты измерений

Мхи и лишайники эффективно аккумулируют загрязняющие вещества из атмосферы, поэтому они считаются хорошими биоиндикаторами. Содержание тяжелых металлов в лишайниках и мхах наиболее высоко вблизи производственных объектов и снижается по мере удаления от них. Та же несколько менее чёткая тенденция наблюдается и в изменении концентраций серы во мхах и лишайниках. Концентрации тяжелых металлов во мхах вблизи комбината в настоящее время выше, чем десять лет назад.



ДАН ААМИД



ДАН ААМИД

### Состояние эпифитных лишайников улучшается в отдалении от комбината

Произрастающие на стволах и ветвях деревьев эпифитные лишайники – чувствительные индикаторы загрязнения воздуха. По их присутствию и количеству можно определять загрязненность воздуха, особенно двуокисью серы. Эпифитные лишайники совершенно отсутствуют в наиболее загрязненной зоне непосредственно вокруг комбината. Их количество увеличивается по мере удаления от комбината в западном направлении. В северном и южном направлении лишайники на стволах деревьев появляются только на расстоянии 30-35 км от производственных объектов. В последнее десятилетие наблюдается существенное увеличение эпифитных лишайников на деревьях к западу от заводов в наименее загрязненных районах.

#### Эпифиты

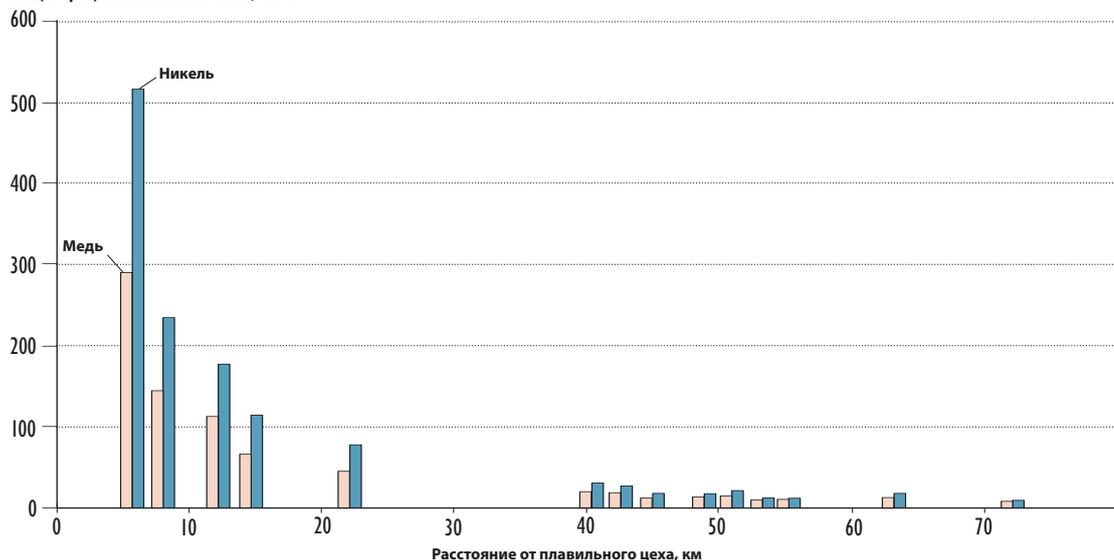
Эпифиты – растения, использующие другое растение для поддержки или крепления, но не в качестве источника воды или питательных веществ.



Эпифитные лишайники часто встречаются на березах в незагрязненных районах приграничной территории (слева), а в зонах, подверженных атмосферным загрязнениям, они существенно пострадали (справа).

« Виды лишайников, таких как *Melanelia olivacea* (вверху) и мхов, подобных *Pleurozium schreberi* (внизу), получают большую часть питательных веществ через свои надземные части, чем через корни, и поэтому накапливают большое количество поллютантов, поступающих из атмосферы. Химический анализ мхов и лишайников показывает объемы тяжелых металлов, выпадающих в составе мелких пылевых частиц на поверхность земли.

Концентрации металлов во мхах, мг/кг



По мере удаления от промышленных объектов наблюдается снижение уровня концентраций тяжелых металлов. Это наиболее заметно на расстоянии нескольких первых километров.

### В состоянии деревьев наблюдаются территориальные различия

В разных частях приграничного района в росте сосны наблюдаются различия в зависимости от климатических, геологических и структурно-возрастных факторов. Состояние сосны лучше в менее загрязнённых районах на норвежской территории, чем на сильнозагрязнённых участках в России. Различия в росте сосны вызваны не только загрязнением, так как на фоновых участках также встречаются слабые деревья. Очевидно это суммарное влияние загрязнения и факторов окружающей среды. Берёза менее чувствительна к загрязнению, чем сосна, поскольку осенью сбрасывает листву. В приграничном районе были обнаружены признаки негативного влияния загрязнения и на берёзу. Информации всё же недостаточно для того, чтобы сделать окончательные выводы.

### Приземная растительность вблизи комбината по-прежнему подвержена загрязнению

На сильно загрязнённых участках в приземной растительности преобладают кустарнички. Доля

лишайников увеличивается постепенно по мере удаления от комбината. В приземной растительности незагрязнённых территорий доминируют лишайники. Многие кустарнички, такие как вороника и брусника относительно устойчивы к воздействию тяжелых металлов и прочих загрязнителей. Ягель, обычные лесные мхи и печеночные мхи, которые очень чувствительны к загрязнениям, полностью отсутствуют вблизи металлургических заводов.

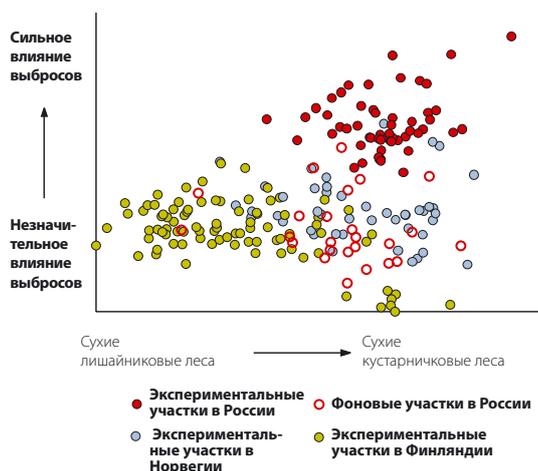
Особенно на территориях с преобладанием лишайников в структуре приземной растительности наблюдаются значительные изменения с начала 1970-х годов. В начале 1990-х годов лишайниковый покров был наиболее бедным вследствие очень высокого уровня выбросов двуокиси серы в 1980-е годы. Несмотря на то, что наземная растительность вблизи комбината по-прежнему испытывает сильное негативное воздействие загрязнения, на некоторых экспериментальных площадках на российской территории замечено восстановление некоторых менее восприимчивых к загрязнению видов мхов и лишайников.

#### Состояние крон

Состояние крон – термин, характеризующий общую жизнеспособность дерева. Один из ключевых компонентов состояния кроны – плотность кроны. Она обозначает процентное отношение количества хвои или листьев на дереве к «теоретическому» количеству на «идеально здоровом» дереве (то есть, 100 %).



Плотность кроны сосен на приграничной территории



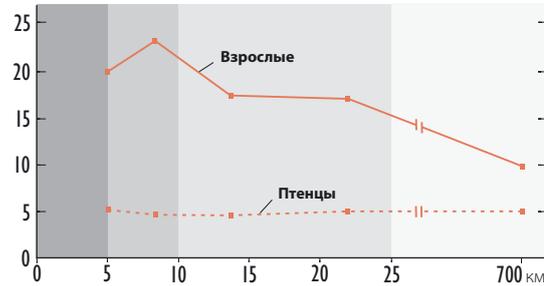
Изменения в структуре растительных сообществ часто наблюдаются в загрязнённых районах, поскольку растения по-разному реагируют на загрязнение. Лишайники особенно чувствительны к двуокиси серы, и в сильнозагрязнённых районах их заменяют кустарнички, например, вороника.

### Воздействие на птиц и мелких млекопитающих более заметно вблизи комбината

Выбросы металлургического производства оказывают существенное воздействие на птиц и мелких млекопитающих вблизи комбината. В приграничном районе мухоловка-пеструшка является одним из самых распространённых видов, гнездящемся в дуплах. Концентрации тяжёлых металлов в организме мухоловки были выше вблизи комбината по сравнению с менее загрязнёнными территориями. Выводимость птенцов на загрязнённых территориях у мухоловки слабая, что говорит о том, что гнездящиеся вблизи комбината особи подвергаются значительной нагрузке.

Также в популяциях мелких млекопитающих наблюдаются изменения вблизи комбината. Численность серой полевки, рыжей полевки и землеройки обыкновенной меньше на расстоянии 7 км от Никеля, чем на расстоянии 13 км. К тому же, на обоих участках серых полевок приблизительно в пять раз больше, чем рыжих. В незагрязнённых районах рыжие полевки обычно более многочисленны.

Концентрации меди в хвостовом оперении мухоловок, мг/кг



Концентрации никеля в хвостовом оперении мухоловок, мг/кг



Уровни концентраций тяжелых металлов в хвостовом оперении взрослых птиц снижаются по мере удаления от промышленных объектов.

ГЛАУЛ АСПХОЛИМ



◀ Вес оперившихся птенцов мухоловки-пеструшки увеличивается по мере удаления от комбината.

И землеройка, и мухоловка-пеструшка являются представителями одного трофического уровня, несмотря на то, что первая – небольшое млекопитающее, а вторая – птица. В организмах как землеройки, так и мухоловки-пеструшки, вероятно накопление тяжелых металлов в силу особенностей их питания.

## Водные экосистемы

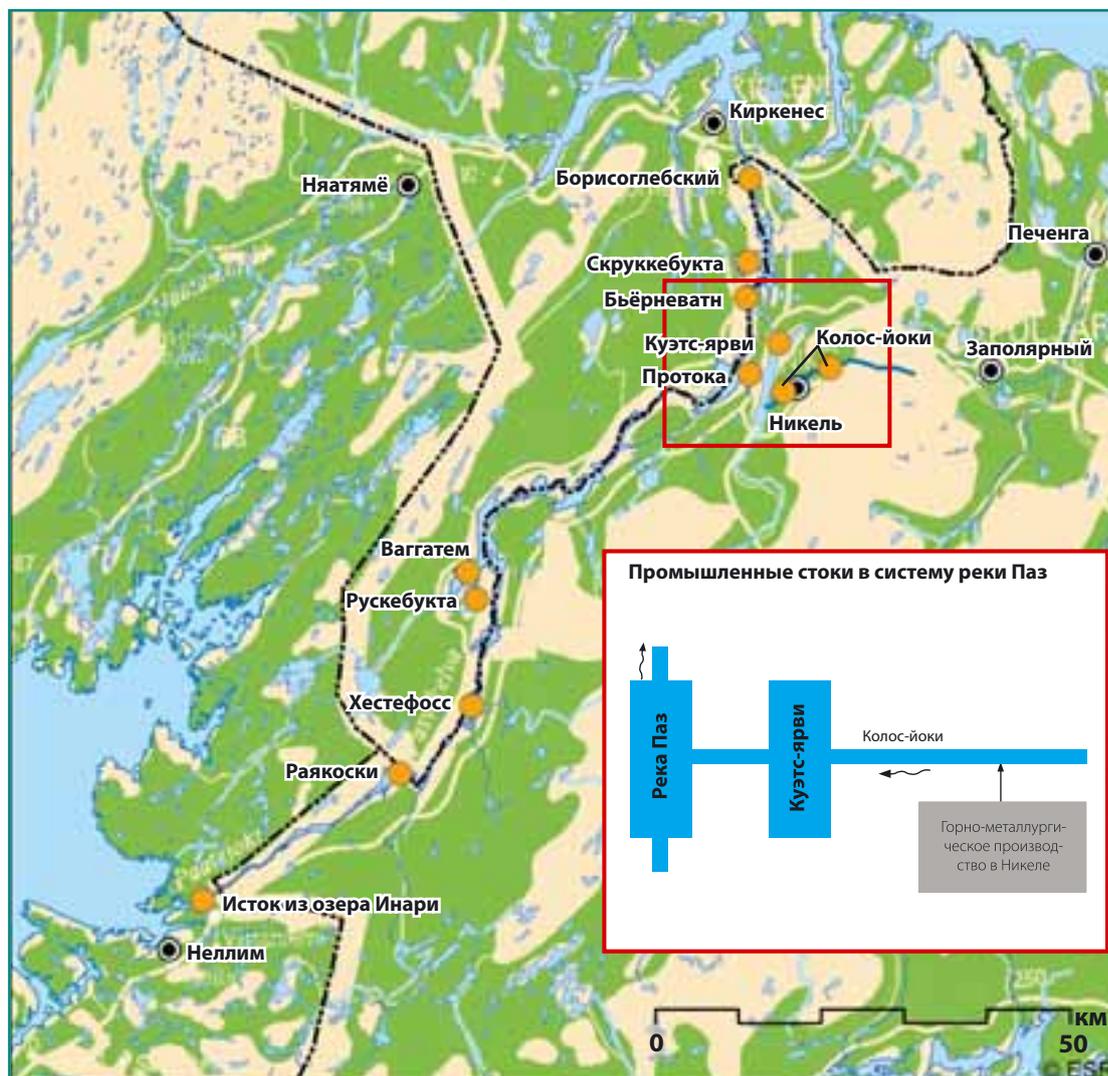
На приграничной территории проводятся многочисленные национальные и международные исследования воздействия выбросов комплекса «Печенганикель» на водные экосистемы. Национальные программы мониторинга Финляндии, Норвегии и России отличаются между собой, к тому же в них недостаточно полно приняты во внимание территориальные особенности. Целью подпроекта «Водные экосистемы» была разработка чувствительной и экономически эффективной трехсторонней программы мониторинга на основании национальных программ мониторинга и результатов исследований. В течение трёхгодичного проекта сравнивались методы и порядок проведения мониторинга, применяемые в каждой стране. Сравнимость результатов аналитических

исследований проверялась путём проведения сравнительных межлабораторных испытаний.

### Загрязнение водоёмов воздушными и водным путями

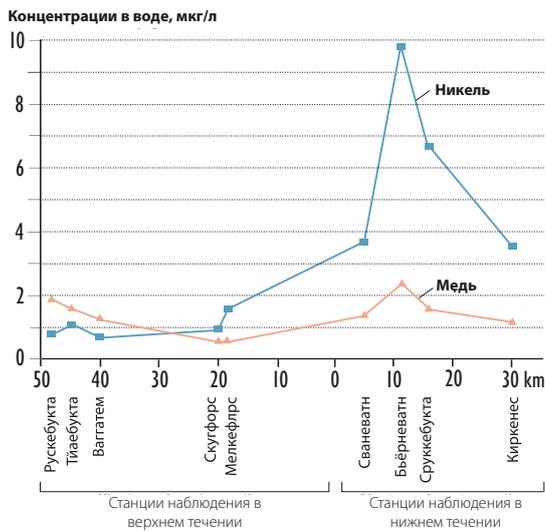
Нижняя часть реки Паз загрязняется как сточными водами, так и вредными веществами, переносимыми с воздушными массами. Сточные воды комбината «Печенганикель» поступив в реку Колос-йоки, далее попадают в озеро Куэ́тс-ярви и через него в систему реки Паз. Река Паз в верхнем течении до смешения с водами, содержащими стоки, а также многочисленные озёра и ручьи водосборного бассейна подвергаются только загрязнению из атмосферы.

Система реки Паз объединяет сообщающиеся реки, озёра и ручьи. Данная схема показывает, каким образом воды реки Колос-йоки и озера Куэ́тс-ярви переносят стоки комбината «Печенганикель» в систему реки Паз.



## Некоторые части системы Паз очень загрязнены

Воздействие горно-металлургической промышленности на окружающую среду ясно видно в системе Пасвик по высоким уровням содержания тяжелых металлов в воде, донных отложениях и организмах рыб вблизи производственных объектов. В верхнем течении реки, куда загрязняющие вещества поступают только из атмосферы, концентрации их меньше. В верхнем течении реки уровень концентраций загрязняющих веществ такой же, как и в других водоёмах приграничного района.



Выше по течению от комбината «Печенганикель» концентрации никеля в воде реки Паз варьируют незначительно, но они сразу резко возрастают ниже по течению. Изменения в концентрациях меди видны менее чётко. Это объясняется тем, что большая часть соединений никеля поступает непосредственно со стоками, в то время как большая часть соединений меди переносится по воздуху. В результате, медь распределяется более равномерно.

Концентрации органических загрязнителей наиболее высоки в донных отложениях озера Куэтс-ярви. Ниже по течению реки Паз содержание токсикантов уменьшается. Всё же концентрации устойчивых органических соединений и полиароматических углеводородов в донных отложениях реки Паз выше, чем в других районах северной Норвегии.

### Устойчивые органические загрязнители

Для большинства синтетических органических загрязняющих веществ характерно очень медленное разложение. Это позволяет им подолгу оставаться в окружающей среде и накапливаться в жировых тканях животных, поскольку большинство из них жирорастворимые. Многие устойчивые органические загрязняющие вещества накапливаются во все больших количествах на следующих уровнях пищевой цепи, и наибольшие концентрации обычно наблюдаются в организмах высших хищников.

## Концентрации некоторых загрязняющих веществ растут

Концентрации никеля в воде реки Паз растут с середины 90-х годов, а содержание меди практически не изменилось. Более высокие концентрации устойчивых органических загрязнителей в верхнем слое донных отложений в озере Куэтс-ярви по сравнению с более глубокими слоями указывают на повышение уровня содержания устойчивых органических соединений за последнее десятилетие.

## Воздействие на ихтиофауну наиболее заметно вблизи комбината

Тяжелые металлы накапливаются в организмах рыб. Например, у сига медь аккумулируется в печени, в то время как концентрации никеля наиболее высоки в почках. Высокие концентрации тяжелых металлов в органах рыб приводят к возникновению камней в почках и другим патологическим изменениям. У многих рыб озера Куэтс-ярви наблюдаются аномалии органов и тканей. Концентрации токсических веществ и патологии рыб в реке Паз уменьшаются по мере удаления от источников загрязнения.



ПЕР-АРНЕ АМУДСЕН

В ходе трехлетней программы «Пасвик» норвежские, финские и российские исследователи совместно изучали накопление тяжелых металлов в организмах различных видов рыб. На снимке профессор Пер-Арне Амудсен из Норвегии (слева) и профессор Юрий С. Решетников из России (справа) держат сига, пойманного в озере Ваггетем. Сиг является хорошим индикатором накопления тяжёлых металлов.



ПЕР-АРНЕ АМУДСЕН

В пресноводных водоемах приграничного района также встречаются окунь, щука и кумжа.

### Признаки уменьшения закисления в некоторых малых озерах

Несмотря на то, что выбросы двуокиси серы сейчас намного ниже, чем в пиковый период конца 70-х годов, уровни концентраций сульфатов в озерах вблизи комбината по-прежнему гораздо выше, чем в других районах Фенноскандии. Однако, в большинстве этих озёр отсутствуют признаки закисления, так как щелочность пылевых выбросов и скальных пород нейтрализуют воздействие подкисляющих соединений. Озёра районов Йарфьорд, Сёр-Варангер и Вятсяри более чувствительны к закислению. В последнее время наблюдаются некоторые признаки восстановления малых озёр от закисления, что очевидно связано со снижением выбросов двуокиси серы. Негативное воздействие на чувствительные к закислению среды экологические сообщества по-прежнему очевидно.

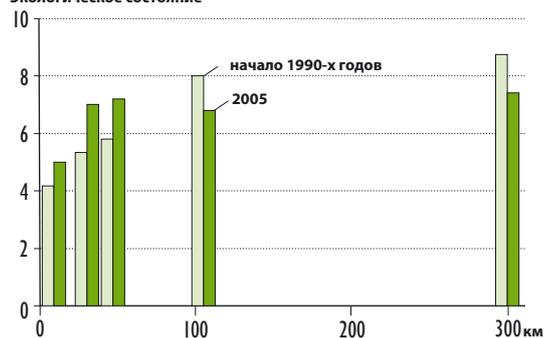
#### Буферная способность

Водные объекты отличаются по своей способности переносить закисляющее воздействие загрязнения. Способность озёр нейтрализовать кислую среду или их буферная способность зависит от особенности местной геологии и количества буферных веществ, поступающих с водосборной площади. Летучая зола из плавильных заводов и обслуживающих их электростанций содержит щелочные вещества, нейтрализующие закисляющие выпадения.

Состояние донных беспозвоночных в целом улучшилось вблизи комбината на расстоянии до 30 километров от источников загрязнения. Всё же состояние зообентоса по-прежнему хуже в озёрах, расположенных недалеко от комбината, чем в более дальних водоёмах. Хотя качество воды в озёрах приграничного района несколько улучшилось, общее количество чувствительных к закислению видов зообентоса значительно уменьшилось. Причина уменьшения количества видов неизвестна.

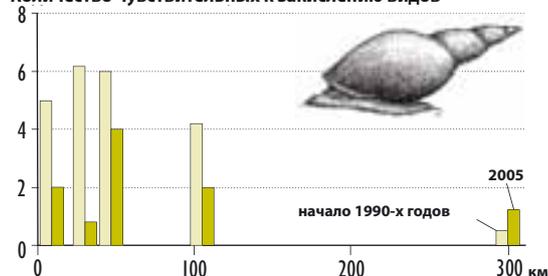
В конце 80-х годов было замечено воздействие закисления на популяции рыб малых озёр приблизительно в 30 км от комбината. Сейчас популяция кумжи в одном из этих озёр, Отерван, почти полностью восстановилась.

Экологическое состояние



С тех пор, как выбросы серы на комбинате сократились, состояние донных беспозвоночных озёр вблизи комбината, в целом, улучшилось.

Количество чувствительных к закислению видов



Хотя численность чувствительных к загрязнению донных беспозвоночных увеличилась, видовой состав их уменьшился. Причины исчезновения чувствительных видов неизвестны.

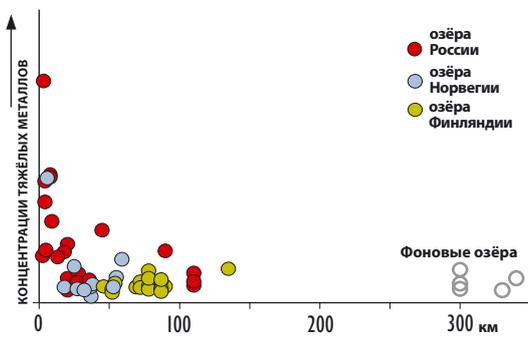
### Влияние тяжёлых металлов на окружающую среду наиболее заметно

Концентрации тяжёлых металлов в озёрах приграничного района выше фоновых показателей, но наибольшая проблема загрязнения соединениями тяжёлых металлов существует только в пределах 10 км от источников загрязнения. Содержания меди и никеля в этой зоне в несколько раз выше, чем в других районах. В озёрах, расположенных между Никелем и Заполярным, наблюдаются самые высокие концентрации, в некоторых из них полностью исчезла рыба. В некоторых озёрах к северу от Никеля в последнее время замеряемые концентрации выше, чем за всё время наблюдений с начала 90-х годов.

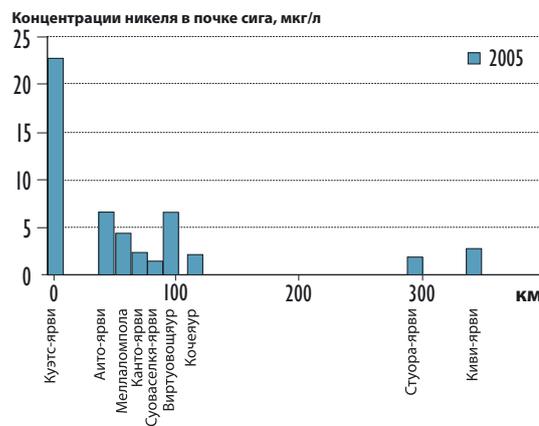
Несколько сантиметров верхнего слоя донных отложений в озерах представляют собою материал, осевший за последние 10-20 лет. В приграничном районе наблюдается явная связь между степенью загрязненности поверхностных отложений и расстоянием до промышленных объектов. Концентрации меди и никеля в донных отложениях в пределах 10 км от источников загрязнений могут в сто раз превышать концентрации в незагрязненных районах. На расстоянии от 10 до 30 км от Никеля превышение приблизительно пятикратное. И только на расстоянии 50 км и более содержание

тяжелых металлов снижаются до фоновых уровней.

Концентрации никеля в почках сига в малых озерах одного уровня с наблюдаемыми в верхнем течении реки Паз, где не происходит загрязнения сточными водами. В озёрах, не соединяющихся напрямую с руслом реки Паз, видно некоторое уменьшение концентраций никеля в органах рыб по мере удаления от источников загрязнения. По меди не наблюдается такой зависимости, вероятно из-за большого колебания уровней естественного содержания меди на приграничной территории.



Донные отложения озёр наиболее сильно загрязнены тяжелыми металлами в пределах 10 км от металлургического цеха. Влияние комбината заметно ещё на расстоянии 50 км от Никеля.



Уровень концентраций никеля в почках сига резко снижается по мере удаления от комбината. Всё же в одном из озёр к югу от Никеля за последние три года содержание никеля в почках сига увеличилось вдвое.

### Подземные воды

На приграничной территории нет признаков антропогенного загрязнения подземных вод.

### Здоровье человека

В районе Инари-Паз как промышленное, так и любительское рыболовство является традиционным. В последние десятилетия годовой улов составляет от 200 до 600 тонн рыбы. В ходе данного проекта были обнаружены высокие уровни содержания тяжелых металлов в рыбе в некоторых частях приграничной территории и повышенные уровни устойчивых органических соединений в рыбе озера Куэ́тс-ярви. Несмотря на то, что концентрации органических токсикантов в рыбе не превышают максимально допустимых значений для потребления человеком, о суммарной нагрузке загрязняющих веществ на организм человека известно очень мало, поэтому необходимы дальнейшие исследования.

« Вертикальный столбик донных отложений делится на кольца, соответствующие отдельным периодам времени. Разница в химическом составе данных колец позволяет составить исторический обзор уровней загрязнения. Отложениям более глубоких слоёв (обычно глубже 20 см) несколько сот лет, и они образовались еще до промышленного освоения северной Фенноскандии. В озёрах, подверженных только атмосферному загрязнению, по уровню загрязнения донных отложений можно определить территорию распространения выбросов, переносимых воздушными массами.



МАРТИСАЛМИНЕН

## Выводы

- Выбросы двуокиси серы горно-металлургического комбината «Печенганикель» сейчас приблизительно на 75 % ниже, чем в 80-е годы. Это подтверждается данными по выбросам, результатами измерений на станциях наблюдения за загрязнением воздуха и восстановлением чувствительных к закислению видов, например, лишайников. Уровень концентраций двуокиси серы, замеряемых на станции Сванвик с 1989 года, ниже критического для экосистем уровня, но в некоторых частях приграничного района концентрации по-прежнему чрезмерно высоки. В городе Никель содержание двуокиси серы в три раза превышает предельную величину, и время от времени повышенные концентрации наблюдаются в том направлении, куда дует ветер.
- Замечено уменьшение закисления в некоторых озёрах, которые ранее испытывали сильное воздействие выбросов серы. Первые признаки улучшения качества воды наблюдаются в озёрах, расположенных в 30 километрах на север и в 50 километрах на северо-запад от источников загрязнения. Согласно недавним исследованиям, в одном из озёр практически полностью восстановилась популяция кумжи.
- С другой стороны, снижения уровня выбросов тяжелых металлов не наблюдается. Данные наблюдений показывают, что уровень концентраций тяжелых металлов в атмосферных выпадениях остаётся высоким уже в течение многих лет, и даже есть признаки увеличения выпадений никеля в последнее время. За последние пятнадцать лет увеличилось накопление тяжелых металлов в мхах, а уровни концентраций тяжелых металлов в реке Паз в последние шесть лет не снижаются.
- Территория воздействия выбросов металлургического производства определяется направлением господствующих ветров. Донные отложения озер и рек, почвы и растения содержат повышенные количества тяжелых металлов на расстоянии приблизительно до 50 км на север, северо-запад и запад от Никеля. Признаков закисления почвы нет.
- Концентрации тяжелых металлов в наземных и водных экосистемах резко снижаются по мере удаления от промышленных объектов. Изменения заметны уже в радиусе нескольких километров от источников загрязнения.
- Воздействия загрязнения тяжелыми металлами явно видны в водной системе реки Паз. Загрязняющие вещества попадают в систему со сточными водами, а также с атмосферными выпадениями. Концентрации наиболее высоки вблизи источников загрязнения и снижаются вниз по течению. В верхнем течении реки, до места попадания в неё сточных вод, концентрации загрязняющих веществ значительно ниже, чем в нижнем течении.
- О состоянии окружающей среды к востоку от горно-металлургического комплекса информации мало.
- В рыбе некоторых водоёмов приграничной территории, особенно озера Куэтс-ярви, наблюдаются высокие концентрации тяжелых металлов. Содержание устойчивых органических соединений и полиароматических углеводородов наиболее высоко в верхних слоях донных отложений, что указывает на увеличение уровня загрязнения за последние десять лет. Донные отложения в озере Куэтс-ярви классифицируются от «заметно» до «сильно загрязнённых» тяжелыми металлами, устойчивыми органическими соединениями и полиароматическими углеводородами.

### Рекомендации по трехсторонней программе мониторинга и оценки окружающей среды приграничной территории Норвегии, Финляндии и России

Результаты проекта ясно показали необходимость совместной трехсторонней программы мониторинга для оценки эффекта модернизации комбината «Печенганикель» и прогноза состояния окружающей среды приграничной территории Финляндии, Норвегии и России.

**1** Совместная программа мониторинга должна внедряться поэтапно. Осуществление протестированных и согласованных во время проекта частей программы следует начинать

с 2007 года. Остальные компоненты необходимо доработать и включить в трехстороннюю программу мониторинга как можно скорее.

Для оценки воздействия процесса модернизации на качество воздуха в приграничной территории необходимы надежные данные по выбросам и возможность использования результатов моделирования атмосферных выпадений, чтобы определить область, подверженную воздействию воздушного загрязнения, и связать загрязнение воздуха с воздействием на наземные и водные экосистемы.

**2** Чрезвычайно важно гарантировать измерение наиболее важных параметров (диоксида серы, тяжелые металлы в воздухе и осадках и другие основные компоненты, а также метеорология) с использованием оборудования с сопоставимыми результатами измерений на существующих ключевых станциях наблюдения за качеством воздуха в Никеле (Россия), Сванвике (Норвегия) и Севеттиъярви в Финляндии. Кроме того, следует открыть станцию наблюдения к северо-востоку либо востоку от металлургического комплекса.

Замечены первые признаки незначительного восстановления состояния наземных и водных экосистем в некоторых частях приграничного района. Весьма вероятно, что осуществляемая модернизация комплекса «Печенганикель» приведет к дальнейшему снижению выбросов. С другой стороны, уровень загрязнения по-прежнему высок и оказывает существенное воздействие на окружающую среду в некоторых частях района.

**3** Наблюдения за намеченными характеристиками и параметрами должны продолжаться с предварительно определенной периодичностью на обустроенных в рамках проекта экспериментальных площадках и в точках отбора проб.

**4** Необходимо обосновать станции интегрированного мониторинга на водосборных площадях некоторых озёр.

Очень мало известно об источниках органических загрязнений (устойчивых органических соединений и полиароматических углеводородов) в воздухе, наземных и водных экосистемах на территории, подверженной воздействию промышленного комплекса «Печенганикель». Ограниченный скрининг органических загрязнителей в нескольких точках системы Инари-Пасвик

в ходе проекта позволяет предположить, что доля загрязнения органическими токсикантами из местных источников, возможно, из горно-металлургического комбината «Печенганикель», может быть значительной.

**5** Настоятельно рекомендуется обширный скрининг устойчивых органических соединений и полиароматических углеводородов в воздухе, наземных и водных экосистемах приграничного района с целью определения источников и уровней органического загрязнения, возможной угрозы их накопления в пищевых цепях.

Глобальные изменения климата, несомненно, повлияют на деятельность наземных и водных экосистем и на чувствительность видов к неблагоприятным условиям. В будущем совместная оценка должна учитывать комплексное влияние модернизации комбината «Печенганикель», воздействие климатических изменений, дальний перенос загрязняющих, а так же изменения в использовании природных ресурсов в приграничных районах Норвегии, России и Финляндии.

**6** Следует создать международную исследовательскую группу для организации мониторинга в рамках сотрудничества между тремя странами и для совершенствования программы мониторинга с соответствием с текущими и будущими задачами.

Недостаточно сведений о качестве воздуха, атмосферных выпадениях и состоянии наземных и водных экосистем к востоку от комбината «Печенганикель».

**7** Для сбора недостающей информации следует создать одну новую станцию наблюдения за качеством воздуха, четыре новых точки наблюдения за наземными экосистемами вдоль трансект восточного направления от Никеля и несколько точек наблюдения за водными экосистемами. Оценку состояния окружающей среды следует проводить, используя и данные этих объектов.

\*В публикации проекта "Разработка и внедрение совместной системы мониторинга и оценки состояния окружающей среды в приграничном районе Норвегии, Финляндии и России" состояние окружающей среды описано более подробно

Stebel, K., Christensen, G., Derome, J. and Grekelä, I. (eds.), 2007. State of the Environment in the Norwegian, Finnish and Russian Border Area. The Finnish Environment 6/2007. 98 стр. Ювяскюля

# ЧИСТОТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПУТЁМ

## ФОТОГРАФЫ

Johannes Abildsnes (jab@ fmf.no)  
Per-Arne Amundsen (pera@ nfh.uit.no)  
Paul Aspholm (paul.eric.aspholm@ bioforsk.no)  
Andrzej Bak (www.andrzejbak.za.pl)  
Barentsphoto (info@ barents.no)  
Ludmila Isaeva (isaeva@ inep.ksc.ru)  
Norilsk Nickel (gmk@norsik.ru)  
Jussi Paatero (jussi.paatero@ fmi.fi)  
Ragnar Våga Pedersen (ragnar.v.pedersen@ bioforsk.no)  
Pekka Räinen (pekka.raina@ ymparisto.fi)  
Martti Salminen (martti.salminen@ ymparisto.fi)  
Bjarne Sivertsen (bs@ nilu.no)  
Hans Tømmervik (hans.tommervik@ nina.no)  
Steinar Wikan (stwikan@ frisure.no)  
Dan Aamlid (dan.aamlid@ skogoglandskap.no)

+



**ТРАНСГРАНИЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА**

Kuva: M. Kumpulainen / Lapin Kuvasto



LAPLAND REGIONAL  
ENVIRONMENT CENTRE



- Администрация Губернатора провинции Финляндия, Турку
- Региональный Центр окружающей среды Лапландия, Финляндия
- Муниципальное управление по надзору за охраной и мониторингу окружающей среды, Россия



Программа «Пасвик» - трехсторонний проект по созданию совместной программы мониторинга и оценки окружающей среды – был реализован усилиями региональных административных органов и представителей более чем двадцати научно-исследовательских организаций Норвегии, Финляндии и России.

Данная публикация представляет собой краткий отчет о состоянии и изменениях окружающей среды в приграничном районе Норвегии, Финляндии и России. Самым крупным предприятием, представляющим угрозу для природной среды, является горно-металлургический комбинат «Печенганикель», расположенный на северо-западе Кольского полуострова, в России, где уже более 70 лет добываются и перерабатываются медно-никелевые руды.

С 2003 по 2006 год природоохранные организации и исследователи из трех стран работали над созданием долгосрочной программы мониторинга, которая позволит получать исчерывающую информацию о дальнейших изменениях в окружающей среде приграничного района и даст возможность оценить результаты процесса модернизации комбината «Печенганикель».

Данный краткий отчет основан на материалах комплексного отчета *State of the Environment in the Norwegian, Finnish and Russian Border Area* (Состояние окружающей среды приграничного района Норвегии, Финляндии и России).

Дополнительная информация:  
Lapland Regional Environment Centre  
P. O. Box 8060 96101 Rovaniemi, Finland  
тел. +358 20 490 173  
e-mail: [lapland@lapland.fi](mailto:lapland@lapland.fi)

ISBN 978-952-11-3110-3 (print)  
ISBN 978-952-11-3111-0 (PDF)