

УДК 502.175 : 622.012 (470.21)

## Эколого-гигиеническая оценка состояния окружающей среды в районе размещения Хибинского горно-химического комплекса Мурманской области

И.П. Карначёв<sup>1,3</sup>, В.К. Жиров<sup>2,3</sup>, О.И. Загвоздина<sup>2,3</sup>, М.М. Крымская<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Научно-исследовательская лаборатория "Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья" Роспотребнадзора

<sup>2</sup> Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина  
КНЦ РАН

<sup>3</sup> Апатитский филиал МГТУ

<sup>4</sup> КНЦ РАН, отдел охраны труда

**Аннотация.** В статье дается комплексная характеристика антропогенных факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье работников Хибинского горно-химического комплекса. Рассматривается состояние атмосферного воздуха, поверхностных и подземных водоемов, почвы и растений. Основное внимание обращено на исследование и идентификацию поллютантов, выброс которых сопровождает производство апатитового и нефелинового концентратов. С позиций биологической опасности рассмотрены исходные химические материалы, используемые в производстве апатитового концентрата.

**Abstract.** An integrated assessment of unfavourable conditions impact on health of Khibiny ore mining and processing enterprise workers has been given in the paper. The main attention has been attracted to the research and identification of the pollutants emission accompanied phosphorus-enriching concentrate production. Initial chemicals used in the apatite concentrate processing are briefly reviewed from the biosafety point of view. To determine anthropogenic pollution atmosphere air, surface and underground water body, soil and vegetation are taken as indicators.

**Ключевые слова:** апатито-нефелиновая руда, вредные вещества, природная среда, заболеваемость населения

**Key words:** phosphorus-containing ores, toxic compounds, natural environment, population morbidity

### 1. Введение

Экономика Мурманской области преимущественно ориентирована на использование природных минерально-сырьевых ресурсов. Её основу составляет горнопромышленный комплекс, в состав которого входят предприятия добывающей, горно-химической и металлургической промышленности. Минерально-сырьевая база Мурманской области уникальна, поскольку 64 химических элемента периодической системы Д.И. Менделеева обнаружены здесь в промышленных концентрациях, и более 30 из них извлекаются промышленными предприятиями региона. Наибольшее значение имеют руды фосфора, железа, алюминия, меди, никеля, платины, титана, циркония и других редких металлов, а также слюды и строительные материалы. Крупными предприятиями горнопромышленного комплекса региона являются: ОАО "Кольская горно-металлургическая компания" (куда входят комбинаты "Североникель" и "Печенганикель"), ОАО "Апатит", ОАО "Олкон", ОАО "Ковдорский ГОК", ОАО "Кандалакшский алюминиевый завод – СУАЛ", ОАО "Ковдорслюда", ОАО "Ловозерская горная компания", продукция которых составляет около 60 % валового регионального продукта. Здесь на площади, составляющей менее 1 % всей территории России, сосредоточены крупные запасы важнейших видов минерального сырья, обеспечивающие преобладающую часть потребностей страны: в бадделеите – 100 %, в фосфорных рудах – 95 %, в флогопите и вермикулите – 80 %, в нефелиновом и керамическом сырье – 35 %, в меди и никеле – 20 %, в железе – 12 %, и др. (*Кольская энциклопедия*, 2008).

Наибольшее значение для экономики Мурманской области среди этих предприятий имеют ОАО "Апатит" – крупнейший мировой производитель фосфатного сырья для производства минеральных удобрений (3-е место в мире после Китая и Марокко) на базе Хибинских месторождений апатито-нефелиновых руд Кольского полуострова (гг. Кировск и Апатиты), и ОАО "Кольская горно-металлургическая компания", которая является крупнейшим производителем медно-никелевой продукции в Европе (гг. Мончегорск, Заполярный и п. Никель).

Несмотря на модернизацию технологических процессов, ситуация по условиям труда на рабочих местах этих предприятий остается сложной. Для них характерно комплексное воздействие на организм работника различных неблагоприятных климато-географических факторов, в сочетании с опасными и вредными производственными факторами рабочей среды, обычно присущими таким производствам (Чащин, Деденко, 1990; Устюшин, 2005). По мнению П.Г. Олдака (1995), "... в настоящее время около 95 % всей патологии прямо или косвенно связано с окружающей средой, которая является либо причиной возникновения заболевания, либо способствует их развитию". В связи с этим эколого-гигиеническое исследование специфики антропогенного воздействия горнопромышленных предприятий региона на окружающую природную среду и, соответственно, на здоровье населения представляется весьма важным и своевременным.

В качестве объекта исследования был выбран крупнейший горно-химический комплекс ОАО "Апатит", в состав которого входят 4 рудника, 2 апатито-нефелиновые обогатительные фабрики, железнодорожный и автотранспортный цеха, цех по производству взрывчатых веществ, а также более 20 вспомогательных цехов, обеспечивающих жизнедеятельность предприятия в Хибинах. Инфраструктура предприятия развита на значительной территории, простирающейся с запада на восток на 70 км и с севера на юг на 30 км.

## 2. Вредные факторы в технологиях добычи и переработки апатито-нефелиновых руд

Добыча основана преимущественно на буровзрывном способе рыхления горного массива, и на рудниках Крайнего Севера преобладают системы с принудительным поэтажным обрушением, однако, используются и камерно-лавовая с креплением, и комбинированная системы (Капцов, 1995). С 70-х гг. прошлого века бурение шпуров в проходческих и очистных забоях Хибинских рудников осуществляется с помощью самоходного оборудования. В качестве взрывчатых материалов наиболее широко используются аммиачно-селитренные взрывчатые вещества (Горное дело..., 2005; Стерехова, 1984).

Для обогащения апатито-нефелиновых руд на обеих обогатительных фабриках используется метод флотации (Капцов, 1995; Гичев, 2002). Фабрики производят дробление руды по трехстадийной схеме. Качество апатитового концентрата характеризуется содержанием  $P_2O_5$  при извлечении до 93-96 %. Химический состав хибинского апатита представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав Хибинского апатитового концентрата, %

$P_2O_5$	$TiO_2$	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$FeO$	$MnO$	$MgO$
39,54	0,46	0,05	0,60	0,73	0,03	0,04	0,22
$Na_2O$	$K_2O$	$F$	$BaO$	$HO+$	$HO-$	$CaO$	$Tr_2O_3$
0,38	0,14	2,66	0,06	0,42	0,14	50,89	—

Токсичность рудной апатито-нефелиновой пыли определяется ее компонентным составом, примерный перечень которого приведен в работе (Демин и др., 1994). По указанному химическому составу пыль перерабатываемых руд может быть отнесена к малотоксичной, ПДК которой в воздухе рабочей зоны соответствует 6 мг/м<sup>3</sup>.

**Радионуклиды.** Сфен, являющийся постоянным спутником апатита Кольского месторождения, часто бывает радиоактивным за счет рассеянных в горной породе радионуклидов земного происхождения, входящих в состав семейств U-238, U-235, Th-232, или других радионуклидов и продуктов их деления (K-40, Pb-87 и др.) (Капцов, 1995).

**Флотационные реагенты.** Основной состав реагентов, применяемых при флотации апатитовых руд, сводится к 8-и ингредиентам, расход которых при переработке 100 тыс. тонн руды достигает в среднем следующих величин (см. табл. 2) (Гичев, 2002).

Таблица 2. Среднесуточный расход реагентов при флотации апатитовых руд

№	Реагенты	кг/100 тыс. тонн руды
1	Дистиллированное талловое масло (ДТМ)	12,9
2	Сырое талловое масло (СТМ)	13,4
3	Вторичный масляный гудрон	4,0
4	Технические жирные кислоты (ТЖК)	10,7
5	Окисленный петролатум (ОП)	3,2
6	Полиоксиэтиленалкилфеноловый эфир (СП-4)	0,8
7	Жидкое стекло (ЖС)	12,3
8	Сода каустическая (СК)	18,4
Итого		75,7

**Нефтепродукты.** Окисленный петролатум представляет собой продукт окисления высокотемпературной фракции нефти – смесь парафина и церезина с остаточным маслом. Данные о его токсических свойствах отсутствуют, за исключением сведений о том, что внутрибрюшинное введение петролатума мышам вызывало у них развитие плазмноклеточной опухоли (Калабин, 1994).

**Сернистый газ и асбест.** Известно, что помимо раздражающего действия на слизистые верхних дыхательных путей, сернистый газ стимулирует легочный канцерогенез, индуцируемый ПАУ. Это подтверждается как эпидемиологическими, так и экспериментальными наблюдениями (Калабин, 1994; Буганов, 1997). Необходимо отметить еще один канцероген – асбест, вероятность поступления которого в воздух рабочей зоны определяется подачей разогретого мазута в топку по трубам, покрытым асбестом. В настоящее время асбест приобрел характер повсеместного загрязнителя окружающей среды (*Вредные вещества...*, 1973). Он обнаружен в питьевой воде, водоемах, воздухе административных и жилых зданий, почве, овощах. В связи с этим проблема асбестового рака становится коммунальной, а его идентификация в витающей пыли сушильного отделения – актуальной (Беляков, 1994; Измеров и др., 1996).

Таким образом, исходные химические материалы, используемые в производстве апатитового концентрата, а также продукты их деструкции, омыления и синтеза, могут неблагоприятно влиять на здоровье работников горно-химического комплекса. В связи с этим необходимо провести эколого-гигиеническую оценку факторов окружающей среды на основании лабораторных исследований.

### 3. Характеристика основных этапов производства апатит-нефелинового концентрата

Добыча апатит-содержащей руды осуществляется на рудниках открытого и подземного типа. Руда поездами доставляется на обогатительные фабрики, где осуществляется процесс флотационного обогащения. Для всех обогатительных фабрик характерна однотипность процесса флотации при разном аппаратном оснащении. Добыча апатит-нефелиновых руд на промышленных площадках г. Кировска сопровождается выделением вредных веществ в воздух рабочих зон, которые могут быть представлены взрывными газами, состав которых зависит от применяемых взрывчатых веществ и завершенности взрывного процесса (окислы азота, оксид углерода, аммиак, тринитротолуол и др.), а также природными газовыми выделениями (летучие углеводороды, аммиак, оксиды серы, сероводород и др.).

Таблица 3. Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны бурильщиков подземных рудников ОАО "Апатит"

Наименование вещества	ПДК	Концентрация вредных веществ, мг/м <sup>3</sup>		
		Среднесменная (М)	Стандартное отклонение (±m)	Пределы колебаний
Пыль	6,0	13,0	3,9	1,16-94,44
Моноксид углерода	20,0	12,0	0,8	2,55-34,55
Оксиды азота	5,0	4,6	0,4	0,85-12,55
Тринитротолуол	0,5	0,04	0,01	0-0,64
Аммиак	20,0	0,51	0,08	0,14-1,17
Метиламин	1,0	0,03	0,01	0,007-0,29

При проведении добычных работ образуется также апатито-нефелиновая пыль, ПДК которой на основании содержания свободной двуокиси кремния принимается равной 6 мг/м<sup>3</sup>. При проведении буровых работ в забоях концентрация пыли колеблется в пределах от 1,2 до 94,4 мг/м<sup>3</sup>. При замерах содержания окиси углерода ее максимальная концентрация равнялась 34,55 мг/м<sup>3</sup>, что в 1,5 раза превышает ПДК (табл. 3). Для осуществления отбойки рудного сырья на рудниках ОАО "Апатит" применяется технология массовых взрывов, для которых используются селитренные взрывчатые вещества (АС-4,6-ЖВ), являющиеся смесью аммиачной селитры с органическими веществами. Необходимо отметить, что технологические массовые взрывы проводятся в выходные дни и к началу добычных работ осуществляется проветривание подземных выработок. К моменту проведения замеров содержания вредных веществ концентрация их снижается, в том числе за счет адсорбции их поверхностью рудной массы. Однако проведение взрывных работ нередко осуществляется с нарушением технологического регламента: завышение расхода взрывчатых веществ, сближение зарядных скважин, что приводит к накоплению в атмосфере рудника значительного количества аминосоединений, содержание которых в атмосфере рудника в течение длительного времени (до 12 часов) после взрыва может превышать ПДК. За счет суммы летучих аминосоединений это превышение может достигать 1,5-7,2 раза в пересчете на метиламин, ПДК которого равняется 1,0 мг/м<sup>3</sup>.

Процесс флотации апатито-нефелиновых руд на обогатительных фабриках сопровождается выделением в воздух рабочих зон различных химических веществ. Апатито-нефелиновая пыль наиболее

активно выделяется в процессе погрузки концентрата в вагоны, измеренные концентрации колебались в пределах от 216,0 до 1532,0 мг/м<sup>3</sup>. При дроблении руды концентрации пыли определялись на уровне ПДК. При пересыпке готового концентрата из сушильных барабанов на конвейеры концентрации пыли составляли 28,0-72,0 мг/м<sup>3</sup>, что в 4-12 раз превышает ПДК. Токсичность рудной пыли определяется ее химическим составом и может быть отнесена к малотоксичной, как уже указывалось ПДК ее в воздухе рабочей зоны по содержанию свободной двуокиси кремния равна 6 мг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, процессы добычи апатитового сырья сопровождается выделением в воздух рабочих зон апатитовой пыли сложного состава, в том числе содержащей радиоактивные элементы, компоненты взрывных газов и взрывчатых веществ в результате нарушения технологии проведения взрывных работ, радона. Процесс получения апатитового и нефелинового концентратов на обогатительных фабриках сопровождается выделением апатит-содержащей пыли со всеми свойственными ей компонентами, включая радиоактивные элементы, диоксида серы, фенола, полициклических углеводородов за счет деструкции флотореагентов и сжигания мазута.

#### 4. Содержание вредных веществ в природной среде Хибинского промышленного района

Доминирующим загрязнителем атмосферы в районах размещения горно-промышленных предприятий региона является диоксид серы. Количество выбросов диоксида серы в атмосферу ряда городов Кольского полуострова представлено в табл. 4. В Хибинском промышленном районе загрязнение объектов окружающей среды формируется как за счет собственных источников ОАО "Апатит" – обогатительных фабрик, рудников, хвостохранилищ и вспомогательных цехов, так и за счет атмосферных переносов от комбината "Североникель" и "Печенганикель".

Таблица 4. Количество выбросов диоксида серы в атмосферу в районах градообразующих предприятий Хибинского горно-химического комплекса в среднем за год

Населенные пункты	Источник выбросов	Выбросы SO <sub>2</sub> , тыс. тонн
Никель и Заполярный	Плавильный цех и цех обжига комбината "Печенганикель" ОАО "Кольская ГМК"	287
Мончегорск	Цехи комбината "Североникель" " ОАО "Кольская ГМК"	240
Апатиты	АНОФ-2	50
Кировск	АНОФ-1	12

Основные загрязнители, поступающие в окружающую среду от ОАО "Апатит", – стронций, цинк, фосфор, кальций, натрий, калий, алюминий, азотные соединения и железо в виде пыли. Главными источниками загрязнений в данном районе являются открытые и подземные рудники, обогатительные фабрики, хвостохранилища, автотранспортный и железнодорожный цехи, другие вспомогательные производства. Среди них доминирует апатито-нефелиновая обогатительная фабрика, расположенная непосредственно в черте города. На один квадратный километр территории горнопромышленного комплекса в среднем за сутки выпадает около 9 кг тяжелых металлов, до 1350 кг пыли, свыше 10 кг соединений серы. Осадки имеют, как правило, кислую реакцию (рН = 4,0-4,5). Повторяемость т.н. "кислотных дождей" в этом районе достигает 80 %. Интенсивные загрязнения наблюдаются не только в открытых водоемах, но и на некоторых подземных водоносных горизонтах. В районах размещения предприятий Хибинского горнопромышленного комплекса сформированы обширные зоны острого поражения растительности, площадь которых к настоящему достигла 2 млн га. Есть все основания полагать, что в этих районах промышленное загрязнение может неблагоприятно воздействовать на здоровье населения.

Объекты окружающей среды в данном районе загрязняются специфическими компонентами рудного сырья – соединениями фосфора и алюминия, фторидами. Широкое использование аммонийно-селитренных взрывчатых веществ при добыче полезных ископаемых является источником интенсивного загрязнения окружающей среды (в первую очередь подземных водоносных горизонтов и открытых водоемов) нитро- и аминсоединениями, многие из которых относятся к веществам 1 и 2 классов опасности (чрезвычайно и высоко опасные), в частности этиленмин, триметиламин и т.п. Разделение и селективное извлечение фосфорных соединений, лежащее в основе процессов обогащения, создает предпосылки для концентрирования других ингредиентов в неиспользуемой части рудной массы, которая в виде так называемых "хвостов" складывается открытым способом. Интенсивный вынос пыли с поверхности хвостохранилищ, достигающий к настоящему времени 6 тыс. тонн в год, наряду с водной и ветровой эрозией отвалов, а также дальним переносом аэрозолей от предприятий металлургической промышленности Кольского полуострова, формирует обширную техногенную геохимическую провинцию с относительным концентрированием на поверхности почвы и в водоемах алюминия,

стронция, цинка, меди, никеля, кадмия, фтора и некоторых других элементов. Апатитовая пыль содержит некоторое количество естественных радионуклидов. Следует, однако, отметить, что общая радиационная нагрузка на население из всех источников, рассчитанная на стандартного человека, не превышает регламентируемых уровней. В качестве индикаторов антропогенного загрязнения выбраны атмосферный воздух, поверхностные и подземные водоемы, в том числе используемые в качестве источников водопользования, снежный покров, почва и растительные объекты.

#### 4.1. Снежный покров

В условиях Мурманской области снежный покров держится около 8 месяцев, с октября по май. Продолжительность этого периода позволяет с высокой достоверностью судить об интенсивности аэрозольных загрязнений атмосферного воздуха в различных зонах по концентрациям специфических загрязнителей в снеге. Начиная с расстояния 30-50 км от промышленных центров, по мере приближения к ним, содержание металлов и общая минерализация снега возрастают. Вокруг горно-металлургических предприятий преобладает "местное" загрязнение снега за счет атмосферных осадков. Так, в п. Никель содержание нерастворимых солей никеля составляет 0,8 мг/м<sup>3</sup> и 0,09 мг/м<sup>3</sup>, а сульфатов – 13,7 и 7,8 мг/м<sup>3</sup> на территории комбината и в жилой зоне, соответственно.

Снежный покров позволяет оценить общее количество загрязнений в зимний период. В незагрязненных районах центра Кольского полуострова химический состав снега – гидрокарбонатно-хлоридно-кальциево-натриевый со слабощелочными значениями pH (около 4,0), отражающий смешанное (континентальное и морское) происхождение солей. Запыленность снега в этих местах составляет 5,0-7,0 мг/л, фоновое содержание сульфидов – 1,0 мг/л. Запыленность снеговой воды в окрестностях г. Кировска варьирует от 10 мг/л в районе горы Айкуайвенчорр до 500 мг/л в районе хвостохранилищ. Апатитовая пыль содержит также и некоторое количество естественных радионуклидов, в частности Ra<sup>226</sup> – до 30 Бк/кг, Rb<sup>210</sup> – до 25 Бк/кг, Po<sup>210</sup> – до 30 Бк/кг, Th<sup>232</sup> – до 60 Бк/кг, и K<sup>40</sup> – до 100 Бк/кг. Содержание отдельных металлов в снежном покрове на территории г. Кировска представлено в табл. 5.

Таблица 5. Содержание вредных веществ в снежном покрове г. Кировска, мг/л

Вредные вещества	Центр города	Район хвостохранилищ
Медь	0,8	78,8
Никель	0,3	23,1
Свинец	0,7	3,0
Кадмий	0,1	0,3
Стронций	0,2	33,6
Сульфаты	21,8	143,8
Суммарно в районах	АНОФ-1	131,9
	АНОФ-2	165,2
	хвостохранилищ	236,2

В 10 км зоне вокруг горно-химического предприятия ОАО "Апатит", где преобладает "местное" загрязнение снега за счет атмосферных осадков, структура минерализации имеет вид: SO<sub>4</sub>>HCO<sub>3</sub>>Cl>PO<sub>4</sub>. Содержание тяжелых металлов, особенно стронция, в этой зоне становится соизмеримым с содержанием макроэлемента – железа и составляет следующий ряд концентрации: Fe>Sr>Zn>Cu>Ni>Mn>Pb; в контрольном районе – Fe>Cu>Mn>Zn. Степень накопления загрязнений, выраженная через суммарный коэффициент местного накопления, по 11 химическим элементам вблизи предприятий превышает фоновый уровень до 200 раз, а на территории селитебной зоны, расположенной в 4-7 км от основных горнодобывающих объектов, в 30-100 раз. Особенно выделяется загрязнение снега стронцием, содержание которого в зоне, прилегающей к обогатительным фабрикам и хвостохранилищам, достигает 23,1 мг/л.

#### 4.2. Почва и растительность

Загрязнение почв на территории, прилегающей к ОАО "Апатит" (в том числе и в зоне жилой застройки), имеет характер техногенной геохимической аномалии с выделяющейся ролью сульфатов, никеля, меди, свинца, стронция и других металлов. Следует отметить, что причинами накопления этих элементов в районе размещения предприятий горно-металлургического комплекса являются экологическое несовершенство технологии, недостаточная утилизация отходов и малоэффективная очистка производственных выбросов в окружающую среду. Загрязнение поверхностного слоя почвы в целом соответствует загрязнению снежного покрова, однако средняя величина суммарного местного накопления химических элементов несколько ниже, что связано с трансмиссией загрязнений (в теплый

период года) почвенными растворами. В отличие от снега, реакция верхнего горизонта почв нейтральная или слабо щелочная, что отражает геохимические особенности региона, тогда как реакция снега формируется главным образом под влиянием атмосферного переноса кислотных выбросов металлургических предприятий.

Как и в снеге, в почве также были обнаружены высокие концентрации стронция. Даже в зоне жилой застройки на расстоянии до 7 км от основных источников загрязнений (обогажительных фабрик) его накопление в почве оказалось выше среднего регионального уровня (2.8 мг/кг) в 15-120 раз. Если на расстоянии 20 км от обогажительных фабрик концентрации подвижных металлов в почве уменьшаются в последовательности: Fe>Mn>Zn>Cu>Sr>Pb>Ni>Cr>Co>Cd, то на территории города, примыкающей к промзоне, эта последовательность выглядит иначе: Fe>Mn>Sr>Zn>Pb>Cu>Cr>Ni>Co>Cd. В этом случае отмечается более высокое содержание свинца, что, по-видимому, обусловлено выбросами автотранспортных средств и объектов энергетического комплекса, использующих свинецсодержащие виды топлива. Следует отметить, что стронций и цинк не являются извлекаемым компонентами рудного сырья и причиной их относительного накопления в районе размещения предприятий горно-химического комплекса может быть несовершенство технологии обогащения апатит-нефелиновых руд, некомплексное использование полиметаллического фосфорно-оксидного сырья Хибинского месторождения (табл. 6). В загрязнении почв на территории жилой застройки основную роль играют стронций, медь, цинк, никель и, отчасти, свинец. Аномально высокое содержание металлов в почве закономерно влечет за собой их повышенное накопление в растениях, что создает опасность включения этих загрязнений в пищевые цепи животных и человека.

Таблица 6. Содержание некоторых металлов в поверхностном слое почвы на территории жилой застройки г. Кировска, мг/кг

Район города	Fe	Mn	Zn	Sr	Pb	Cu	Ni
Граница селитебной зоны	537	329	163	209	39	84	25
Центральная часть города	74	52	46	48	28	38	11
Южная часть города	57	44	39	37	15	41	6
ПДК	–	1500	23	–	32	3	3

Анализ местных растительных ресурсов, употребляемых в пищу как животными, так и человеком, показал, что, в зависимости от расстояния до основных источников загрязнения, содержание меди и никеля может колебаться в широких пределах – от 0,02 до 4,46 мг/кг (табл. 7). По данным НИИ питания РАМН, содержание никеля в продуктах в пределах 0,1-0,95 мг/кг с токсикологических позиций не является опасным.

Таблица 7. Содержание меди и никеля в дикорастущих и культурных растениях, М±m, мг/кг, окрестности г. Кировска

Продукты	Химический элемент	
	Cu	Ni
Брусника	0,05±0,01	0,042±0,01
Грибы	0,25±0,04	1,430±0,05
Картофель	0,09±0,01	0,366±0,01

Примечание. ПДК для меди в указанных продуктах – 10,0 мг/кг.

#### 4.3. Поверхностные водоисточники

Основными источниками загрязнения вод медью и никелем являются загрязнение атмосферы, почвы и снегового покрова выбросами Мончегорского комбината ОАО "Кольская ГМК". Наибольшее поступление этих веществ в водоемы происходит, по-видимому, в период интенсивного таяния снега – частично с тальми водами, частично за счет вымывания из почвы. Данные по содержанию никеля и меди в воде поверхностных водоисточников представлены в табл. 8.

Таблица 8. Среднее содержание меди и никеля в воде оз. Имандра, мг/л, М±m

Cu (ПДК-1,0)	Ni (ПДК-0,1)	Место сбора проб
0,120±0,053	0,070±0,001	г. Мончегорск
0,040±0,001	0,010±0,001	Июкостровский пролив оз. Имандра

В поверхностных водах водоемов, расположенных вокруг комбината "Североникель", содержится значительное количество тяжелых металлов, взвешенных частиц и сульфатов. Наиболее загрязненными являются озера Имандра и Нюд (табл. 9). Основными источниками минерализации

поверхностных вод являются выщелачивание растворимых соединений из горных пород и атмосферные осадки в Хибинском массиве.

Следует отметить, что, если основным источником загрязнения вод медью и никелем является дальний атмосферный перенос от крупных металлургических центров Кольского полуострова, то поступление в воду фтора обусловлено преимущественно интенсивным выносом этого элемента из некоторых специфических видов пород Хибинского массива (рисчорриты, апатиты).

Таблица 9. Сброс вредных веществ комбинатом "Североникель" ОАО "Кольская ГМК" в открытые водоемы в окрестностях г. Мончегорска

Ингредиенты	оз. Имандра	оз. Нюд
Сухой остаток	1815,9	40234,0
Хлориды	–	12,3
Сульфаты	–	44,0
Никель	0,027	131,4
Медь	0,022	4,0
Кобальт	0,016	2,5

В районах с естественными условиями формирования поверхностных вод общее содержание растворенных веществ (минерализация) в основном не превышает 25 мг/л, что отражает типичный для большинства районов Крайнего Севера низкоминерализованный фон. В районах же интенсивной хозяйственной деятельности, особенно при ведении горнодобывающих работ, минерализация поверхностных вод заметно возрастает. В водоемах, расположенных вблизи (2-12 км) промышленных комплексов, общее содержание растворенных веществ достигает 40-300 мг/л, при пониженной концентрации карбоната (НСО<sub>3</sub>) (до 25 экв%). В летний период в поверхностных водах этого района заметно возрастает содержание аммонийного азота и нитратов, а также фосфора, сульфатов и хлора, что связано с влиянием рудничного стока. Массовое ведение взрывных работ с использованием аммонийно-селитренных взрывчатых веществ является главной причиной загрязнения вод нитросоединениями и нитратами. В различных водоемах загрязненность нитратами варьирует от слабой до сильной (в 2 раза и более, чем в 4 раза выше фона, соответственно). При этом водоемы незначительно (в 1,5-2 раза выше фона) загрязнены фосфором.

#### 4.4. Питьевая вода

Водоснабжение г. Кировска организовано из подземного водоисточника и химический состав воды, подаваемой в распределительную сеть, в течение года практически стабилен, питьевая вода в г. Кировске (на основании информации, предоставленной ОАО "Апатитводоканал") может рассматриваться как ультрапресная, повышенной щелочности, и с относительно высоким содержанием алюминия. Водоснабжение г. Апатиты организовано из поверхностного водоисточника, минерализация воды в котором в несколько раз выше, чем в подземном, хотя и в этом случае она не достигает даже среднего уровня.

#### 4.5. Атмосферный воздух

Загрязнения атмосферного воздуха в зоне действия горно-металлургических комплексов имеют разнообразный характер и отражают специфику производства цветной металлургии. Основными загрязняющими веществами являются пыль, сернистый ангидрид, окись углерода, двуокись азота, аэрозоли тяжелых металлов, которые путем атмосферного переноса достигают Хибинского района.

Как следует из данных табл. 10, содержание нерастворимых соединений никеля в атмосферном воздухе в теплый период года несколько ниже, чем в холодный. Однако и летом, и зимой концентрации соединений никеля в 1,3-3,9 раза превышали временно допустимые концентрации для атмосферного воздуха даже на границе промышленной и жилой зон.

Таким образом, загрязнения окружающей природной среды в районе размещения крупного горно-металлургического предприятия на Крайнем Севере проявляются в виде избыточного накопления серы, тяжелых металлов, главным образом никеля и меди, в поверхностном слое почвы, поверхностных водах и растительности. Загрязнения атмосферного воздуха в зоне размещения ОАО "Апатит" имеют весьма разнообразный характер, отражающий как специфику перерабатываемых апатит-нефелиновых руд, так и особенности других отраслей промышленности, размещенных в этом крупном индустриальном регионе. Основными загрязняющими веществами являются пыль сложного состава, диоксид серы, диоксид азота, аэрозоли тяжелых металлов. Данные о содержании этих и других соединений представлены в табл. 11. Как видно, уровень атмосферных загрязнений, регистрируемый в

г. Кировске, относительно невысок. Среднесуточные концентрации вредных веществ не превышают ПДК. Лишь максимально разовые концентрации окиси углерода несколько выше соответствующего регламентируемого уровня.

Таблица 10. Концентрация основных загрязнителей в атмосфере п. Никель

Расстояние до источника загрязнения (м)	Число проб (n)	Средняя концентрация (М)	Стандартное отклонение ( $\pm m$ )	Пределы колебаний
<b>Диоксид серы, мг/м<sup>3</sup></b>				
<i>Теплый период</i>				
0	24	13,18	4,24	1,40-57,85
500	48	2,56	0,46	0,02-8,68
1000	48	1,32	0,19	0,10-3,49
<i>Холодный период</i>				
0	20	15,67	4,24	1,81-38,20
500	38	2,31	0,36	0,08-5,92
1000	32	0,91	0,34	0,01-2,53
<b>Никель, мкг/м<sup>3</sup></b>				
<i>Теплый период</i>				
0	24	6,10	0,60	2,40-9,20
500	48	0,53	0,07	0,05-1,01
1000	48	0,34	0,06	0,00-0,79
<i>Холодный период</i>				
0	20	9,60	0,20	4,70-25,60
500	38	0,83	0,20	0,25-1,57
1000	32	1,01	0,20	0,00-2,53

Примечание. ПДК нерастворимых соединений Ni: максимально-разовая – 0,20 мкг/м<sup>3</sup>; среднесуточная – 0,10 мкг/м<sup>3</sup>.

Таблица 11. Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе жилой застройки г. Кировска

Вредные вещества	ПДК с.с/м.р.	Концентрации	
		Среднесуточные	Максимально-разовые
Пыль, мг/м <sup>3</sup>	0,15/1,5	0,11	0,70
Диоксид серы, мг/м <sup>3</sup>	0,05/0,5	0,04	0,40
Диоксид азота, мг/м <sup>3</sup>	0,06/0,6	0,03	0,16
Моноксид углерода, мг/м <sup>3</sup>	3,0/5,0	1,0	8,0
Медь, мкг/м <sup>3</sup>	2,0	0,08	0,21
Никель, мкг/м <sup>3</sup>	1,0	0,04	0,15
Свинец, мкг/м <sup>3</sup>	0,3	0,02	0,05
Стронций, мкг/м <sup>3</sup>	–	0,05	0,20

## 5. Заболеваемость населения

Ведущими факторами, способствующими массовым неинфекционным заболеваниям населения Кировско-Апатиского района, являются неудовлетворительные условия труда при добыче и обогащении фосфоросодержащих руд, а также загрязнение окружающей среды токсическими соединениями. Так, по результатам комплексного анализа данных Мурманского областного бюро медицинской статистики о числе заболеваний взрослого (18 лет и старше) населения, зарегистрированных при обращении в лечебно-профилактические учреждения в Кировском районе, первое место занимали болезни органов дыхания (20,2 %), второе – болезни системы кровообращения (14,8 %), третье – болезни нервной системы и органов чувств (11,7 %), четвертое – болезни костно-мышечной системы (11,0 %), и на пятом месте – травмы и отравления (8,7 %). По распространенному мнению, до 40 % пневмоний, бронхитов и заболеваний верхних дыхательных путей обусловлено промышленным загрязнением атмосферы (*Окружающая среда...*, 2002).

Показатели, характеризующие состояние здоровья работников апатито-нефелинового производства, которые представляют критическую группу населения в данной экологической ситуации, никак нельзя назвать благополучными. Так, индекс опасности для работников основных профессий ОАО "Апатит" составляет за смену величину в 5-40 условных единиц, что отражает высокий уровень профессионального риска (неопубликованные данные). При этом число случаев заболеваемости с временной утратой трудоспособности на 100 трудоспособных человек имеет наибольший темп прироста за последние пять лет, и в течение всего этого периода было максимальным по сравнению с соответствующими показателями для других горно-химических предприятий региона. Причиной 68 % всех случаев профессиональных заболеваний были шум, вибрация и охлаждение. Ведущее место среди

заболеваний, связанных с перенапряжением отдельных органов, занимают артрозы, периартрозы, эпикондилезы (24 %). Среди заболеваний химической этиологии отмечается катаракта, обусловленная действием тринитротолуола, она составляет более 4 %. Анализ профессиональной заболеваемости среди работников ОАО "Апатит" позволил установить, что 54 % всех случаев приходится на самую массовую профессию проходчика. Обращает на себя внимание тот факт, что 94 % всех профессиональных заболеваний встречаются среди работающих на рудниках и только 6 % – среди рабочих обогатительных фабрик. Среди населения, проживающего в районе размещения Хибинского горно-химического комплекса, распространенность злокачественных новообразований, врожденных пороков развития, болезней крови и кроветворных органов, а также хронических заболеваний респираторной системы существенно (в 1,7-2,4 раза) превышает ожидаемые региональные показатели (Карначев и др., 2006).

## 6. Заключение

Таким образом, загрязнение окружающей природной среды в районе размещения крупного горно-химического предприятия ОАО "Апатит" на Кольском п-ове проявляется в виде избыточного накопления металлов, главным образом стронция, в поверхностном слое почвы, поверхностных водах и растительности. Кроме того, для этого региона характерно также повышенное содержание аммонийно-нитратных, фосфорных и фтористых соединений в поверхностных водах. Многочисленными исследованиями установлено, что динамика заболеваемости местного населения коррелирует с изменениями уровня загрязнения городской среды. Заболеваемость взрослого населения в районе расположения предприятий Хибинского горно-химического комплекса превышена в сравнении со средними показателями по Мурманской области, причем в последнее время наблюдается ее устойчивый рост.

## Литература

- Белякова С.В. Профессия родителей как возможный фактор онкологического риска у детей. *Медицина труда и промышленная экология*, № 4, с.27-31, 1994.
- Буганов А.А. Экологические проблемы здоровья на Крайнем Севере. *Медицина труда и промышленная экология*, № 4, с.1-3, 1997.
- Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. В 3 т. Под ред. Н.В. Лазарева, И.Д. Гадаскиной. Л., Химия, т.3, 675 с., 1973.
- Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. М., Новосибирск, Наука, 229 с., 2002.
- Горное дело в Арктике. Труды 8-го Международного симпозиума "Горное дело в Арктике", Апатиты, 20-23 июня 2005 г. Под ред. Н.Н. Мельникова, С.П. Решетняка. СПб., Изд-во "Типография Иван Федоров", 304 с., 2005.
- Демин В.Ф., Ключников С.О., Буркин А.И. Состояние здоровья детей, проживающих в районе химического завода. Проблемы и возможные пути их решения. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*, т.39, № 3, с.19-20, 1994.
- Измеров Н.Ф., Волгарев М.Н., Румянцев Г.И. Гигиеническая профилактика: проблемы и решения. *Медицина труда и промышленная экология*, № 3, с.1-5, 1996.
- Калабин Г.В. Экология и охрана природы Кольского Севера. *Апатиты, КНЦ РАН*, с.54-57, 1994.
- Капцов В.А. Медицина и экология: основные направления современной профилактики. *Медицина труда и промышленная экология*, № 2, с.1-4, 1995.
- Карначев И.П., Ефимов Б.В., Никанов А.Н. Обеспечение безопасности труда в производственной сфере (на примере промышленных предприятий горно-энергетического комплекса Кольского Заполярья). Монография. *Апатиты, КНЦ РАН*, 169 с., 2006.
- Кольская энциклопедия. В 5 т. СПб., ИС; Апатиты, КНЦ РАН, т.1, 600 с., 2008.
- Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска. Под ред. А.П. Щербо. СПб., СПбМАПО, 376 с., 2002.
- Олдак П.Г. Теогносеология. Миропостижение на рубеже переломной эпохи. Поиски единения науки и веры. *Новосибирск, ВИСТ*, 214 с., 1995.
- Стерехова Н.П. Вопросы общей и профессиональной патологии рабочих медеплавильных комбинатов. *Гигиена труда и профессиональные заболевания*, № 5, с.4-7, 1984.
- Устюшин Б.В. Эколого-гигиенические факторы Крайнего Севера и здоровье человека. *Бюллетень Научного Совета. "Медико-экологические проблемы здоровья работающих"*, № 1, с.20-23, 2005.
- Чашин В.П., Деденко И.И. Труд и здоровье человека на Севере. *Мурманск, Мурманское кн. изд-во*, 104 с., 1990.