

4.4. КАЧЕСТВО ВОД СУШИ

ОГЛАВЛЕНИЕ

- 4.4.1. Введение
- 4.4.2. Причины уязвимости и характеристика качества природных вод
- 4.4.3. Антропогенная нагрузка и самоочищающая способность вод Севера
- 4.4.4. Качество поверхностных вод
- 4.4.5. Загрязнение подземных вод
- 4.4.6. Питьевая вода и здоровье населения в промышленных регионах Севера
- 4.4.7. Заключение
- Список литературы

4.4.1. Введение

Высокая обеспеченность регионов Севера водными ресурсами до последнего времени не вызывала тревогу об их состоянии. Вместе с тем, интенсивное освоение богатых месторождений полезных ископаемых и трансграничные переносы загрязняющих веществ в Арктике приводят к быстрому нарушению хрупкого экологического равновесия уже во многих урбанизированных районах, что стремительно ведет к качественному истощению водных ресурсов в промышленных городах и поселках этого региона (Хубларян, Моисеенко, 2000). Анализ имеющихся научных материалов по оценке качества поверхностных и подземных вод Арктического бассейна выявил низкую степень изученности этого региона. Основные исследования сосредоточены в верхнем и среднем течениях крупных рек, а также в импактных зонах загрязнения – в Мурманской и Архангельской областях. Системные исследования формирования качества вод Арктики в современных условиях антропогенных нагрузок и изменения климата отсутствуют. Исключение представляет Кольский Север. Здесь представлен практически весь спектр возможных антропогенных воздействий и соответственно обозначился весь комплекс проблем с качеством вод, которые были детально исследованы (Моисеенко, 1997).

Мониторинг качества вод в Российской Арктике, как правило, осуществляется на водных объектах – приемниках сточных вод (в импактных зонах загрязнения), концентрируется на измерении содержания отдельных компонентов загрязнения без учета всего комплекса физико-химических и биологических процессов, протекающих в водных объектах Севера. Известно, что в России существует единая система стандартов качества вод - предельно допустимые концентрации (ПДК), рыбохозяйственные (которые разработаны для водоемов рыбохозяйственного значения) и санитарно-гигиенические (для питьевых вод) (Перечень рыбохозяйственных нормативов..., 1999). Последние, по многим компонентам, менее жесткие, например Си. Оценка качества вод осуществляется по данным изменения отдельных параметров и кратности их превышения по отношению к ПДК или числа случаев, когда в пробах были превышены нормативы. Индекс загрязнения вод (ИЗВ), рассчитывается в соответствии с Методическими указаниями... (1988) по 6 основным показателям.

$$\text{ИЗВ} = 1/6 \sum \text{Ci}/\text{ПДКи},$$

где Ci - концентрация загрязняющего вещества, ПДКи – Предельно допустимая концентрация для этого вещества.

Этот метод часто применяется в России для характеристики загрязненности водного объекта по отношению к ПДК. Расчет ИЗВ производится: с учетом концентрации химического элемента, лимитируемого количества химических элементов, имеющих наибольшее значение для характеристики качества воды, независимо от того, превышают они ПДК или нет. В их число обязательно входит концентрация растворенного кислорода

и биохимическое потребление кислорода за пять суток (БПК₅). Величина ИЗВ подразделяется на семь классов загрязненности вод: I-очень чистая, ИЗВ<0.3; II - чистая, ИЗВ >0.3 до 1, III-умеренно загрязненная, ИЗВ >1 до 2.5; IV-загрязненная, ИЗВ >2.5 до 4; V – грязная, ИЗВ >4 до 6; VI- очень грязная, ИЗВ>6 до 10; VII- экстремально грязная, ИЗВ >10. Существующие ПДК разработаны на основе экспериментальных работ и не учитывает специфику формирования и высокую уязвимость вод Севера.

Наибольшее загрязнение поверхностных вод Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) связано с последствиями функционирования предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых. В АЗРФ крупные промышленные предприятия являются градообразующими. Зачастую, водоемы-приемники сточных вод являются и источниками питьевого водоснабжения для населения. Распределение объектов промышленности в пределах Севера неравномерное. Наряду с промышленно-развитыми регионами, где сосредоточены основные производства и образовались Импактные зоны загрязнения, здесь широко распространены территории, практически не затронутые деятельностью человека.

4.4.2. Причины уязвимости и характеристика качества природных вод

Климатические условия Арктики имеют ряд специфических особенностей формирования качества вод суши, обуславливающих их уязвимость к антропогенным нагрузкам.

Формирование *поверхностного и подземного стока* в условиях избыточного увлажнения обуславливает низкую минерализацию и олиготрофный характер вод, так как коренные породы мало выщелачиваются, четвертичные отложения сильно перемыты, почвенный покров тонок. Низкие среднегодовые температуры воздуха ослабляют процессы водной эрозии, следствием этого является низкая минерализация вод суши; а неразвитость почвенного покрова делает геохимический состав подстилающих пород определяющим фактором в формировании химического состава поверхностных вод.

Питание озер и рек в большей степени определяется атмосферными осадками, до 75 - 90% годового стока приходится на весеннее половодье и летне-осенний дождевой паводок. Аккумуляция атмосферных выпадений в снежном покрове происходит в течение длительной полярной зимы (6 - 8 месяцев), и в короткий период весеннего половодья они стремительно поступают в водосборные бассейны.

Во время снеготаяния почва находится в промерзшем состоянии, так что ее верхний слой практически водонепроницаем в течение почти всего периода снеготаяния. Слабое развитие растительности и тонкий почвенный покров обеспечивают высокий дренаж выпадающих осадков в летнее время. Следствием преобладания выпадений над испарением и замедленных процессов минерализации органического вещества является наличие большого количества верховых мелких заболоченных озер с высоким содержанием гумуса и природно-кислыми водами, так называемых “Wetland pond”.

В олиготрофных, ультрапресных водах с низкими круглогодичными температурами миграционная способность загрязняющих веществ высока, их циклирование в водоемах более продолжительно, ионное равновесие неустойчиво и токсичные воздействия в слабоминерализованных водах много выше. Низкое видовое разнообразие и короткие пищевые цепи способствуют быстрому продвижению ксенобиотиков к конечным продуцентам - рыбам и соответственно - их потребителям.

Характеристика фоновых условий крайне важна в оценках степени современных изменений качества вод суши. Кольский регион достаточно хорошо изучен, на основе масштабного исследования 460 озер на всей его территории составлена таблица (табл.1), отражающая основные характеристики химического состава вод, характерные для многочисленных озер АЗРФ (Моисенко, 1997). В целом воды характеризуются низкими содержаниями основных катионов, щелочности и биогенных элементов. Около 10%

исследованных озер имеют очень низкие показатели щелочности и рН вод, что характеризует их как уязвимые к антропогенному закислению. Встречаются дистрофные озера с высокими содержаниями гумусовых кислот, как правило, это верховые заболоченные озера. Крупные озера Крайнего Севера в природном состоянии - ультрапресные и олиготрофные с высокой прозрачностью вод.

Таблица 1. Распределение основных показателей химического состава поверхностных вод (по накопленным процентам) Кольского Севера. Жирным шрифтом выделены медианные значения (Моисеенко, 1997).

Показатели	2.5%	10%	25%	50%	75%	90%	97.5%
рН	4,49	4,80	5,92	6,45	6,79	7,11	7,34
(Са + Mg + Na + К), мкэкв/л	28	51	95	172	277	391	1019
Щелочность, мкэкв/л	<0	<0	32	79	170	266	558
SO ₄ , мкэкв/л	1	10	20	36	65	106	352
РОВ, мгС/л	2,22	3,51	4,86	7,62	11,82	17,36	26,92
N _{общ} , мкг/л	66	94	135	201	299	478	848
P _{общ} , мкг/л	1	2	3	6	10	20	49

4.4.3. Антропогенная нагрузка и самоочищающая способность вод Севера

Антропогенная нагрузка на воды суши АЗРФ связана с функционированием промышленных производств в крупных урбанизированных районах. К ним относятся горно-металлургические комбинаты в Норильске, Мончегорске, нефтегазовые комплексы на севере европейской территории России и Западной Сибири, золоторудные предприятия Якутии и т.д. Данные о динамике сбросов загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты за период с 2000 по 2005 гг. приведены в таблице 2. Наибольшее влияние на состояние окружающей среды арктических субъектов Российской Федерации оказывают:

- в Северно-Западном районе – горнодобывающая, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность, энергетика, металлургия, нефтедобывающая, нефтеперерабатывающая, газовая и угольная промышленность;
- в Западно-Сибирском районе – энергетика, металлургия, химическая, нефтеперерабатывающая и нефтегазодобывающая промышленность;
- в Дальневосточном районе – энергетика, горнодобывающая, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность, цветная металлургия.

Территория водосборов АЗРФ длительное время загрязняется аэротехногенным путем в локальном и глобальном масштабе. По данным АМАП, движущиеся с юга на север воздушные массы приносят в арктические регионы кислотообразующие вещества, металлы, радионуклеиды, хлорорганические соединения и др. Особенностью влияния трансграничного переноса в Арктику является более активное высаживание микропримесей на водосборы при соприкосновении их с более холодным воздухом (Assesment..., 1997). Водные системы являются коллекторами всех выпадающих веществ на водосборы, а также диффузных потоков с промплощадок, отвалов руд и др.

Таблица 2. Динамика загрязнения поверхностных водных объектов в регионах АЗРФ и прилегающих регионах в 2000–2005 гг. (Данилов и др., 2008)

Субъект Российской Федерации	Сброшено загрязненных сточных вод, млн. м ³					
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004	2005
Республика Коми	601,1	591,2	571,8	554,62	551,9	549,7
Архангельская область	540,2	537,1	513,3	477,0	454,0	464,0
Мурманская область	429,0	370,4	366,0	340,0	374,0	394,0
Ненецкий АО	0,5	0,9	1,1	1,0	1,2	1,2
Ханты-Мансийский АО	287,4	303,8	339,1	327,71	634,41	510,42
Ямало-Ненецкий АО	46,2	58,9	74,9	72,9	71,2	79,8
Таймырский (Долгано-Ненецкий) АО	149	176,4	192,6	194,5	195,74	197,3
Республика Саха (Якутия)	140,0	136,64	141,6	127,9	132,1	135,6
Чукотский АО	23,8	28,4	38,2	39,3	42,9	47,1

Условия *самоочищения вод* АЗРФ характеризуются как неблагоприятные вследствие их расположения на низменных тундровых и лесотундровых территориях. Для объективной оценки экологического состояния водных объектов необходимо учитывать не только уровень загрязненности воды, но и способность их к самоочищению. Важную роль в самоочищении играют 2 ключевых фактора: 1) трансформация загрязняющих веществ (ЗВ) и 2) физический процесс разбавления ЗВ, который не только способствует уменьшению их содержания, но и способствует снижению вероятности гибели организмов, участвующих в биохимическом разложении ЗВ (Заславская, Ефимова, 2007). С учетом разбавляющей способности рек пространственная картина трансформации ЗВ даже в пределах районов со сходными условиями существенно меняется. В зависимости от способности рек и водоемов к трансформации и разбавлению загрязнений выделяются 5 категорий рек (табл. 3).

Таблица 3. Условия самоочищения воды в нижнем течении некоторых рек АЗРФ (Экологический атлас..., 2002)

Река	Условия трансформации и разбавления ЗВ в реках	Река	Условия трансформации и разбавления ЗВ в реках
Амгуэма	неблагоприятные	Печора	средние
Алазея	неблагоприятные	Пясины	средние
Надым	неблагоприятные	Яна	средние
Анабар	средние	Енисей	благоприятные
Индигирка	средние	Сев. Двина	благоприятные
Колыма	средние	Лена	благоприятные
Мезень	средние	Обь	благоприятные

4.4.4. Качество поверхностных вод

Преобразование водосборов, трансграничные потоки, индустриальные и хозяйственно-бытовые прямые сбросы, неорганизованные стоки приводят к изменению геохимических циклов элементов в системе водосбор - водоем, закислению, эвтрофированию, появлению токсичных веществ в водной среде, что ухудшает качество вод крупных и малых водосборов.

Анализ качества поверхностных вод на территории АЗРФ выполнен на основе статистической обработки данных гидрохимической сети наблюдений Росгидромета и отраженных в Государственных докладах... (2000 - 2008 г.). Также использовались данные из обобщений Заславской, Ефимовой (2007) и Никанорова, Брызгалю (2006). Проведена классификация степени загрязненности воды, т. е. условное разделение всего диапазона состава и свойств поверхностных вод в условиях антропогенного воздействия на различные интервалы с постепенным переходом от «условно чистой» к «чрезвычайно грязной» согласно выше приведенной классификации.

Малые реки Кольского полуострова. Наиболее распространенными загрязняющими веществами малых рек Кольского полуострова на протяжении большого ряда лет являются: соединения никеля, меди, железа, молибдена, дитиофосфаты, сульфаты, аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) и др., которые поступали со сточными водами ОАО «Кольская ГМК», ОАО «ГМК «Норильский никель», ОАО «Ковдорский ГОК», ЗАО «Ловозерская горно-обогатительная компания», ОАО «Апатит» и др. На 20 водных объектах Кольского полуострова, расположенных в зоне влияния сточных вод предприятий ОАО «Кольская ГМК» (реки Ньюдай, Хауки-Ламки-Йоки, Колос-Йоки), ОАО «Ковдорский ГОК» (реки Можель и Ковдора), ОАО «Апатит» (р. Белая), в зоне влияния сточных вод предприятий г. Мурманск и сельскохозяйственных предприятий (р. Роста, руч. Варничный и ручьи бассейна р. Кола), в 2008 г. было зарегистрировано 99 случаев высокого и 53 случая экстремально высокого загрязнения соединениями меди, никеля, молибдена, сульфатами, флотореагентами, соединениями азота и фосфора, органическими веществами.

Высокий уровень загрязненности поверхностных вод Мурманской области наблюдается в водных объектах малой категории и носит локальный характер. При низкой способности к самоочищению в условиях Арктики загрязнение малых северных водотоков, испытывающих постоянную нагрузку сточными водами промышленных комплексов и крупных городов Кольского полуострова, носит хронический характер, что подтверждается гидрохимическими наблюдениями, ежегодно повторяющимися случаями загрязнения, высоким уровнем загрязненности воды малых рек полуострова.

Качество вод крупных озер – Имандра, Умбозеро, Ловозеро - также претерпело изменения в сторону увеличения содержания сульфатов, биогенных элементов и тяжелых металлов. Следует отметить, что за последние 20 лет качество вод в озере Имандра (наиболее загрязняемом водоеме) значительно улучшилось и содержания тяжелых металлов снизились в 5-10 раз в ответ на снижение объемов их сброса в водоем.

В бассейне р. Северная Двина характерными загрязняющими веществами остаются соединения железа, меди, цинка, органические вещества, лигносульфонаты, на отдельных участках – дополнительно фенолы и нефтепродукты. Качество воды в замыкающем створе р. Северная Двина связано в основном с поступлением в реку сточных вод с предприятий лесной и целлюлозно-бумажной промышленности в бассейне Сухоны и Вычегды и непосредственно в устье Северной Двины. Только с Архангельского ЦБК ежедневно сбрасывается 0,89 млн. м³ сточных вод (Заславская, Ефимова, 2007). Даже после очистки они содержат большое количество трудноокисляемых органических веществ (лигносульфонаты, сульфоновые и смоляные кислоты, сульфиды, меркаптан и др.). Кроме того, значительный вклад в загрязнение речного стока вносят предприятия энергетики (Архангельская и Северодвинские ТЭЦ) и коммунально-бытовые сточные

воды городов и поселков. Характерными загрязняющими веществами для вод Северной Двины являются также нефтепродукты, фенолы, метанол, лигнинные вещества, соединения алюминия, меди, цинка и общего железа. Их средние годовые концентрации в 2000-2008гг. превышала ПДК в 2-5 раз.

В среднем, вода в замыкающем створе р. Северная Двина умеренно загрязнена лимитирующими химическими веществами при отсутствии или легкой нагрузке органическими веществами.

Среднее годовое содержание большинства химических показателей, лимитирующих качество воды, от года к году достаточно стабильно. В то же время, наблюдалась значительная внутригодовая и межгодовая изменчивость содержания цинка, фенолов и нефтепродуктов. При анализе качества питьевых вод выявлено, что все 100 % проб воды водозаборов города Архангельска, поселков Зеленец, Соломбальского ЦБК, Силикатного завода и Маймаксанского лесного порта (ЛП) не отвечают санитарно-гигиеническим требованиям по ХПК (химическое потребление кислорода). Среднее содержание органических веществ по ХПК в районе водозабора горводопровода Архангельска составило 28,6 мг/л (1,9 ПДК), при максимальном значении 49,4 мг/л (3,3 ПДК). По БПК₂₀ наибольший процент нестандартных проб отмечался в поселках Зеленец, Маймаксанского ЛП – 80%, Цигломенского ЛДК – 78,6%, Соломбальского ЦБК – 77,8%. Для устьевой части Северной Двины характерна загрязненность воды лигнинными веществами, фенолами, формальдегидами и другими органическими веществами. По другим водозаборам ситуация с качеством воды водоисточника аналогичная. Так, 100% нестандартных проб по ХПК имели место: в Северной Двине (г. Новодвинск), прот. Курополке (с. Холмогоры), Никольском рукаве Северной Двины (пос. Рикасиха) и т. д. В 2008г. качество воды устьевого участка реки у г. Новодвинск характеризовалось как «грязная», у г. Архангельск – как «очень загрязненная». 3 марта 2008 г. в 1,5 км выше г. Новодвинск было зафиксировано экстремально высокое содержание соединений ртути в воде. В ряде проб воды было определено экстремально высокое содержание соединений ртути, равное 0,12 мкг/дм³ - 0,46 мкг/дм³. Частота превышения норматива по содержанию метанола в дельте р. Северная Двина изменялась в пределах 17–33%.

В бассейне р. Мезень отсутствуют крупные источники загрязнения вод. Основное загрязнение поступает с хозяйственными стоками населенных пунктов, а также с баз и кораблей флота. В целом для вод реки характерны повышенные концентрации меди, марганца, цинка и железа, что может быть обусловлено, в значительной мере, природными факторами.

Бассейн р. Печора. Загрязнение воды в нижнем течении р. Печора связано с деятельностью предприятий газовой, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности, поступлением в реку нефтепродуктов, фенолов, меди и железа металлов, содержание которых существенно превышает установленные ПДК. Среднее превышение рыбохозяйственных нормативов (ПДК_{рбх}) по нефтепродуктам в замыкающем створе Печоры составляет 2-5 раз, а в районе г. Нарьян-Мар в отдельных случаях достигает 20 раз и более. Максимальные концентрации характерны для весеннего и летнего сезонов года. Содержание фенолов находится в пределах 5-6 ПДК, хотя фиксируются отдельные случаи их более существенного превышения (20-30 раз). Содержание в воде меди и цинка также превышает ПДК рыб. С коммунальными стоками и при буровых работах в речную воду, помимо гумусовых соединений природного происхождения, поступают малоцветные органические вещества антропогенного происхождения. На это указывают высокие значения БПК₅. Они превышают ПДК_{рыб} в 2 и более раз. Наибольшая концентрация хлорорганических пестицидов группы ДДТ составила 0,014 мкг/дм³ (1,4 ПДК). Уровни содержания нефти и нефтепродуктов в поверхностных водотоках меняются от долей ПДК до сотен и тысяч ПДК. Разовые превышения концентраций нефтепродуктов в водах могут составлять тысячи ПДК (например, авария трубопровода через р. Мостовка в Западной Сибири привела к

превышению ПДК в 78260 раз в месте разлива солярового масла и до 3874 ПДК — через 500 м).

Вода р. Печора и рек ее бассейна в большинстве пунктов наблюдений в 2000-2008 гг. характеризуется как «загрязненная». Наиболее распространенными загрязняющими веществами являлись соединения железа, меди, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), в ряде пунктов к ним добавились легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) и соединения цинка. На устьевом участке р. Печора в створах в районе г. Нарьян-Мар качество воды характеризуется как «очень загрязненная». Качество воды р. *Воркута* (у г. Воркута) улучшилось в последние годы от «загрязненной» до «слабо загрязненной».

В бассейне Оби сконцентрирован огромный промышленный потенциал страны. Его функционирование порождает гигантский объем сточных вод, поступающих в русло рек. Степень загрязнения речных вод находится также в тесной связи с интенсивностью хозяйственной деятельности на водосборах. Главным источником нефтяных углеводородов (НУ) и нефтепродуктов (НП) являются нефтегазовые промыслы с сопутствующей инфраструктурой, порты, керосиново-бензиновые подземные линзы, приуроченные к прибрежным аэродромам и нефтеперерабатывающим заводам. Количественному учету подлежит в основном сброс нефтепродуктов с коммунальными и промышленными сточными водами. В последние десятилетия количество этих вод постепенно сокращалось. Несмотря на сокращение сброса загрязненных вод в 2000-2008 гг. качество воды во многих притоках р. Обь оценено в диапазоне «загрязненная» – «грязная». На территории Западной Сибири, на участке г. Салехард, качество воды р. Обь в 2008 г. оценивалось как «грязная», наблюдались случаи нарушения кислородного режима (выше и ниже г. Салехард).

Следует отметить, что для всего Обь-Иртышского бассейна характерно высокое содержание в воде соединений железа. Оно связано с образованием органических комплексов с гумусовыми веществами, поэтому, измеряемые высокие концентрации железа могут иметь природное происхождение.

В устье р. Пур характерными загрязняющими веществами являются фенолы, нефтепродукты, аммонийный азот, соединения железа и свинца. Поступление этих загрязняющих веществ в русло реки связано с природными и антропогенными факторами. Для сильно заболоченного бассейна р. Пур, как и для всего Обь-Иртышского бассейна, характерно высокое содержание в воде соединений железа. Оно связано с образованием органических комплексов с гумусовыми веществами. Поскольку питание р. Пур зимой осуществляется в значительной степени за счет болотных вод, богатых гумусовыми веществами, концентрация железа достигает максимума в зимнюю межень. Его средние годовые концентрации в замыкающем створе реки Самбург составляют 0,13-2,0 и максимальные - 3,4-5,0 мг/л. Фоновое содержание свинца (превышение ПДК достигают 3-10 раз) также весьма значительно. Главным источником поступления в речную воду нефти и нефтепродуктов, аммонийного азота являются нефтегазовые промыслы с сопутствующей инфраструктурой. Гидрохимическая ситуация в бассейне р. Пур осложняется средними условиями трансформации и разбавления загрязняющих веществ в его воде. Уже к началу 80-х годов прошлого века вода в устье р. Пур отличалась весьма низким качеством, что сохранялось и в последующие годы.

Бассейн р. Енисей. Основными загрязняющими веществами в устье р. Енисей являются нефтепродукты, фенолы, лигносульфонаты, соединения железа, меди и цинка. Их поступление в речные воды связано с функционированием главных отраслей хозяйства территории, тяготеющей к устью Енисея (водный транспорт и лесообрабатывающая промышленность). Кроме того, на качество воды оказывают влияние также сточные воды жилищно-коммунального хозяйства и атмосферный перенос загрязняющих веществ от Норильского комбината. Низкое качество воды в нижнем течении Енисея во многом

определяется значительным поступлением ЗВ в верхнем (ниже городов Кызыл и Абакан), а также в среднем течении Енисея (ниже г. Красноярск).

В устье Енисея отмечаются повышенные по сравнению с Обью концентрации практически всех микроэлементов, но они не превышают значений регионального геохимического фона (Обзор., 2003), а также среднемирового уровня их содержания в речном стоке в растворенном и взвешенном состоянии (Геоэкология..., 2001). Например, содержание растворенных в енисейской воде свинца, кадмия и ртути соответствует их концентрации в наиболее чистых пресноводных водоемах планеты. По меди и никелю они практически соответствуют среднемировым величинам. Только содержание растворенного в воде цинка в 2 раза превышает эти величины. Наибольшие превышения ПДК характерны для нефтепродуктов (НП). В распределении их концентрации прослеживается как межгодовая, так и хорошо выраженная сезонная изменчивость. Минимальные значения характерны для периода ледостава. В половодье содержание НП существенно возрастает за счет их смыва с загрязненных почв водосбора.

Устье Енисея и Енисейский залив занимают одно из ведущих мест среди морей Российской Арктики по степени загрязнения воды хлорорганическими пестицидами (Айбулатов, 2005). По данным наблюдений сети Росгидромета, суммарное содержание хлорорганических пестицидов (ХОП) и группы полихлор-бензолов (ПХБ) достаточно высоко. Вода в замыкающем створе р. Енисей в среднем умеренно загрязнена. Качество воды снижается при максимальном содержании в воде загрязняющих веществ (Гос.докл., 2008).

Высокий уровень загрязнения тяжелыми металлами (многократно превышающий ПДК) отмечен в Норильско-Пясинской водной системе, что связано с негативным воздействием Норильского концерна.

Бассейн р. Лена. На формирование химического состава воды р. Лена и ее бассейна оказывают влияние как естественные факторы (экстремальные климатические условия, наличие криолитозоны, низкая способность биоты к самовосстановлению и самоочищению после техногенного воздействия, малая мощность и термическая неустойчивость почвенного покрова, наличие устойчивых геохимических аномалий.), так и антропогенные факторы (разработка месторождений золота, угля, алмазов, нефти, размыв отвалов разведочных и эксплуатационных выработок месторождений, руды которых содержат медь, железо и цинк; воздействие речного транспорта; сброс промышленных и бытовых сточных вод; заготовка леса и т. д.).

Основными источниками загрязнения поверхностных вод р. Лена и ее бассейна в целом являются сточные воды объектов золото- и алмазодобычи, энергетики, коммунального хозяйства, водного транспорта, очистные сооружения населенных пунктов. Загрязнение вод р. Лена относительно слабо влияет на качество воды в устье реки, поскольку ее самоочищающая способность достаточно велика. Лена относится к рекам с благоприятными условиями самоочищения вследствие чрезвычайно высокой водоносности реки (Экологический атлас, 2002). Существенного превышения содержания солей тяжелых металлов в воде Лены (по сравнению с реками мира) нет (Геоэкология..., 2001).

Для **рек Дальневосточного региона АЗРФ**, устья которых находятся восточнее Лены, основными источниками поступления загрязняющих веществ являются сточные воды предприятий горнодобывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, а также поверхностный сток с неблагоустроенных территорий населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий (Гос.доклад ..., 2000-2008). Для некоторых рек снижение качества воды обусловлено проникновением со стороны моря осолоненных вод. Иногда оно связано с негативным изменением теплового режима рек.

Вода **бассейна р. Яна** соответствовала классу «грязная». Характерными загрязняющими веществами остаются органические вещества (по ХПК), фенолы, соединения меди и

марганца. В последние годы уменьшилась степень загрязненности воды соединениями железа до 2,1 ПДК и соединениями меди до 6,3 ПДК.

В большинстве створов *бассейна р. Индигирка* вода характеризовалась как «очень загрязненная». Средний уровень содержания фенолов в воде возрос в 1,7 раза и составлял 2,6 ПДК, соединений меди – снизился в 1,4 раза – до 7,5 ПДК. Соединения ртути составляли в среднем 1,1 ПДК.

В водах *р. Колыма* содержание органических веществ (по ХПК) составляло 4,7 – 46,5 мг/л, легкоокисляемых веществ (по БПК5) – 0,26–4,69 мг/л. Основными источниками поступления загрязняющих веществ в водные объекты Колымы являлись сточные воды предприятий золотодобывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, а также поверхностный сток с неблагоустроенных территорий населенных пунктов и сельхозугодий в периоды повышенной водности рек. Вода *р. Колыма* и *Колымского водохранилища* в 2008 г. в большинстве створов оценена как «грязная». Характерными загрязняющими веществами водохранилища являлись нефтепродукты, соединения железа, меди, цинка. Среднегодовая концентрация взвешенных веществ по сравнению с 2007 г. увеличилась почти в 2 раза.

Все крупные реки территории Чукотки характеризуются по классу качества воды как «чистые» и «умеренно загрязненные».

Обобщенная сравнительная характеристика основных арктических рек по данным государственного мониторинга представлена в таблице 4. Оценка качества воды в замыкающих створах выполнена Заславской, Ефимовой (2007) с нашей коррекцией на последние данные по качеству вод из Гос. Доклада... за 2007 и 2008. Оценка качества воды в замыкающих створах рек на основе показателей загрязнения, величина которых соответствует определенной степени вероятности. Концентрация с 5% обеспеченностью рассматривалась в качестве характеристики, максимально влияющей на качество вод (т.е. 5% наиболее загрязненных проб), концентрация с обеспеченностью 50% - отражает средние условия загрязнения вод.

Таблица 4. Оценка качества воды в замыкающих створах некоторых рек АЗРФ по показателю ИЗВ. Оценки концентраций выполнены для 50 и 5% обеспеченности (Р, %).

Река, пост	Р, %	Качество воды по ИЗВ (1997-2000)	Тенденции изменение качества вод к 2007-2008гг.
Онега, с. Порог	50 5	умеренно загрязненная загрязненная	Незначительное улучшение
Северная Двина, п. Усть-Пинега	50 5	умеренно загрязненная загрязненная	Незначительное ухудшение
Мезень, с. Ма- лонисогорская	50 5	умеренно загрязненная загрязненная	Нет тенденций
Печора, с. Усть-Цильма	50 5	умеренно загрязненная загрязненная	Незначительное улучшение
Обь, г. Салехард	50 5	умеренно загрязненная очень грязная	Нет тенденций
Пур, с. Самбург	50 5	Загрязненная очень грязная	Улучшение
Енисей, г. Игарка	50 5	умеренно загрязненная грязная	Незначительное улучшение
Лена, с. Кюсюр	50 5	чистая грязная	Улучшение

Таким образом, крупные реки Евро-Арктической зоны умеренно-загрязнены (при учете средних годовых концентраций ЗВ) и загрязнены (при использовании максимальных величин). На Кольском Севере малые реки сильно загрязнены. В Азиатско-арктическом регионе реки по качеству вод существенно различаются. Вода с высокими потребительскими качествами отмечается в бассейне р. Лена. Наиболее загрязненными являются реки Обь, Надым, Пур. Однако эти данные не следуют экстраполировать на воды всего Арктического бассейна, поскольку мониторинг качества вод, как уже отмечалось, осуществляется преимущественно в точках поступления тех или иных стоков, поэтому в табл. 4 приведены конкретные точки отбора проб. Несмотря на то, что ПДК и интегральный показатель ИЗВ, принятые в системе ГИДРОМЕТ, дают сопоставительную оценку качества вод, однако на их основе судить о качестве вод можно с определенной долей условности по следующим причинам.

Перечень измеряемых показателей неполный, измерение многих токсичных органических веществ и элементов не входит в перечень (например ртуть, кадмий, свинец, многие хлорорганические и полиароматические соединения и др.). С другой стороны – многие постоянно измеряемые и нормируемые элементы имеют природное происхождение. Например, повышенные содержания меди, железа и марганца в воде являются характеристикой высокоцветных, обогащенных гумусом вод обширных заболоченных территорий Арктики. Этот природный фактор может также обуславливать пониженные содержания кислорода в зимний период. ПДК не учитывают взаимодействие между элементами при комплексном загрязнении вод, в условиях которого токсичные свойства ряда элементов могут взаимно усиливаться или нивелироваться (Моисеенко и др., 2006).

Известно, что токсичные свойства элементов зависят не только от их концентрации в воде, но от форм их нахождения, содержания кальция в воде, гумусовых кислот, pH, температуры, комбинаций с другими металлами (Моисеенко и др., 2006). Поэтому, содержание металлов в воде в ряде стран нормируется в зависимости от концентрации кальция, например при содержании CaCO_3 (мг/л) в водах до 60, допускается содержание наиболее опасных металлов (мкг/л): Cd – 0,2, Cu – 2, Pb – 1; при более высоких – эти значения повышаются (Единые критерии качества вод., 1982). Растворенное органическое вещество природных вод, которым обогащены воды Арктики, способно инактивировать поступающие в водоем металлы путем их связывания с лигандами аминок-, фульво- и гуминовых кислот, что снижает их токсичность и биодоступность для гидробионтов. Однако это правило не может быть распространено на все элементы: например, метилирование Hg значительно увеличивает ее биодоступность.

Приведенный анализ показывает значимость учета специфических физико-химических характеристик природных вод при нормировании содержания загрязняющих веществ. В России, на большой территории (от Арктики до Аридной зоны) для всех типов вод используются одни и те же значения ПДК. Поэтому система ограничений загрязнения, основывающаяся на ПДК, не достаточна для водных объектов Арктики, требуются пересмотр нормативов и их адаптация для вод этого региона.

4.4.5. Загрязнение подземных вод

В общей проблеме охраны вод заметное место отводится защите от загрязнения и истощения важнейшего ее компонента - подземных вод, как одного из видов природных ресурсов, являющихся источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. Загрязнение подземных вод могло бы являться одним из важных показателей экологического состояния импактных зон загрязнения Арктического бассейна. Однако данные о состоянии подземных вод Севера достаточно ограничены, поскольку основная часть водоснабжения городов и поселков Севера осуществляется из поверхностных водоисточников, как уже отмечалось выше. Краткую характеристику состояния

подземных вод представляем по регионам на основе имеющихся данных (Гос. доклад, 2000-2008; Объекты водоснабжения..., www.arcticodey.ru; Рахманинов и др., 2006 и др.; Экологический атлас.. (2002) и другие литературные источники).

В Мурманской области основным источником водоснабжения являются поверхностные воды, которые практически не защищены от загрязнения. Подземные воды имеют подчиненное значение в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. Большая часть предприятий коммунального водоснабжения подает потребителям питьевую воду, по качественным показателям не отвечающую требованиям государственных стандартов. Доведение качества этих вод до требуемого стандартом в полном объеме в настоящее время нереально. Суммарная величина отбора подземных вод в Мурманской области около 360 тыс. м³/сут. Поэтому альтернативным решением могло быть использование подземных вод. Наблюдательная сеть за состоянием подземных вод включает 143 пункта, из них: 40 скважин - опорная государственная сеть, 51 пункт - территориальная сеть, в том числе 26 скважин и 25 родников, 49 скважин - объектная сеть, 3 скважины - ведомственная сеть.

По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные с преобладанием ионов натрия и кальция, весьма пресные с минерализацией от 40 до 490 мг/дм³. По величине водородного показателя они относятся к нейтральным (рН - 6-8). Основными загрязняющими компонентами подземных вод являются: железо, марганец, фтор, соединения азота, алюминий, кремний. Достаточно высокий уровень загрязнения подземных вод отмечается в Ловозерском, Мончегорском, Печенгском, Кировско-Апатитском районах. Здесь содержание фтора достигает 22 ПДК (ПДК- 1,5 мг/л); железа- 20-45 ПДК (ПДК- 0,3 мг/л); марганца- 9 ПДК (ПДК- 0,1 мг/л); нитратов- 2,6 ПДК (ПДК- 45мг/л); нитритов 3,2 ПДК (ПДК- 3,0 мг/л); алюминия 3,6 ПДК (ПДК- 0,5 мг/л); кремния - 1.5 ПДК (ПДК -10 мг/л).

В воде родников содержание микрокомпонентов значительно ниже предельно допустимой концентрации (ПДК), кроме родников, расположенных в районе пос. Ревда и г. Мончегорска. Необходимо отметить, что эпизодически в некоторых родниках идет процесс загрязнения подземных вод нитратами. Их содержание хотя и не превышает ПДК, но вплотную приближаются к этому значению (ПДК - 45 мг/дм³). В большинстве родников физические свойства и химический состав подземных вод отвечают требованиям действующих нормативных документов (ГОСТ 27065-86, СанПиН 2.1.4.559-96). В соответствии с этими документами, питьевая вода должна быть не только безвредна по химическому составу и иметь благоприятные физические свойства, но и быть безопасна в эпидемиологическом отношении. К сожалению, эти исследования не проводятся, обустройство родников и содержание зон санитарной охраны не удовлетворяет требованиям СанПиН 2.1.544-96.

Более детально остановимся на характеристике подземных вод вблизи комбината «Североникель» (табл.5) Отмечено, что в подземных водах из родников и скважин, расположенных недалеко от комбината "Североникель" (к северу) преобладают сульфаты, концентрация которых достигает 130 мг/л. Наблюдается также тенденция к загрязнению подземных вод металлами. Выявлены случаи, когда в подземных водах скважин, заложенных на расстоянии <2 км от комбината, концентрация Ni и Cu достигала 262-350 и 200-350 мкг/л соответственно. На расстоянии 5 км от комбината в водах отмечены концентрации Ni и Cu 225 и 363 мкг/л, которые при удалении на расстояние 6-20 км снижались до 200 и 138 мкг/л соответственно. ПДК Ni и Cu в водах составляют 100 и 1000 мкг/л. Согласно данным Мутузовой и др., 2002, на значительной территории Кольского п-ова в грунтовых водах региона отмечается повышенное содержание сульфатов и металлов.

Таблица 5. Показатели состава подземных и родниковых вод
(числитель - средняя, знаменатель - максимальная концентрация)
(Мутузова и др., 2002)

Удаленность от комбината «Северникель»	Основные показатели			
	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ni ²⁺	Cu ²⁺
	Скважины			
<5км	50/81	15/20	50/1900	30/160
16-17 км	58/67	37/43	110/240	8/160
25 км	18/20	12/17	70/1501	30/70
	Родники			
14-15 км	14/27	17/20	3/15	9/50
16-17 км	9/11	10/13	6/13	30/130

В Архангельской области имеется 395 источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, в том числе: поверхностных источников – 82 объекта; подземных источников – 313 объектов. Прогнозные эксплуатационные ресурсы подземных вод Архангельской области составляют 15728,39 тыс. м³/сут и распределены по ее территории весьма не равномерно. Наиболее перспективные участки для водоснабжения расположены в центральной части, в зоне распространения карбонатных отложений каменноугольного и пермского возраста. В менее благоприятных условиях находятся юго-восточные и восточные районы, где существенно развиты глинистые отложения мезозойского возраста (Гос. доклад..., 2008).

Подземные воды Архангельской области в целом по основным показателям соответствуют требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Отклонение от норм по содержанию железа, марганца, стронция в концентрациях, превышающих ПДК, в основном обусловлено природными факторами: геологическим строением, гидрогеологическими условиями, литологическим составом водовмещающих пород. Повышенное содержание в воде железа и марганца в большинстве случаев оказывает влияние и на ухудшение органолептических показателей: цветности и мутности.

Все групповые водозаборы имеют зоны санитарной охраны (ЗСО). Территории ЗСО строгого режима имеют ограждения, соответствуют санитарным нормам и находятся в удовлетворительном состоянии. По информации недропользователей, эксплуатирующих подземные водозаборы, существенного ухудшения качества воды в 2008 году не наблюдалось. Отмечались отклонения по содержанию железа в отдельных скважинах. Отклонения качества воды из одиночных водозаборных скважин от гигиенических требований наблюдались, в основном, по содержанию железа и марганца и органолептическим показателям. Загрязнение подземных вод нефтепродуктами (до 1,4-4 ПДК) носит локальный характер.

Обеспеченность северных регионов разведанными запасами вод, по сравнению с существующим водоотбором, достаточно высокая. К сожалению, освоение разведанных эксплуатационных запасов существенно отстает. Эксплуатируются всего лишь 5 месторождений: Приводинское, Нядомское (участок Североморский), Урдомское, Онежское, Березниковское. Таким образом, в настоящее время и на ближайшую перспективу основным источником водоснабжения населения г. Архангельска и Архангельской области остается бассейн реки Северной Двины.

Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО). По состоянию на 01.01.2009 г. на территории ЯНАО разведано и находится на Государственном учете 94 месторождения (103 участка месторождений) подземных вод с утвержденными и апробированными эксплуатационными запасами подземных вод в количестве 780,020 тыс. м³/сут, в том

числе по промышленным категориям 469,759 тыс. м³/сут. В 2008 г. было использовано 205,108 тыс. м³/сут пресной воды, забранной из подземных источников, в том числе: - 179,147 тыс. м³/сут (87 %) – на хозяйственно-питьевое водоснабжение; - 25,961 тыс. м³/сут (13 %) – на производственно-технические нужды.

На территории ЯНАО в подземных водах хозяйственно-питьевых водозаборов основным элементом, встречающимся в повышенных концентрациях, является железо природного происхождения (146 объектов из 151 загрязнённых). За ним следует повышенное содержание марганца в подземных водах - 110 водозаборов, повышенное значение цветности - 94 водозабора, повышенное значение мутности – 69 водозаборов. По отдельным компонентам интенсивность загрязнения подземных вод на водозаборах питьевого назначения распределяется следующим образом: железо (до 152,07 ПДК) - Пуровский, Приуральский, Надымский, Красноселькупский, Тазовский и Шурышкарский районы ЯНАО; марганец (до 25,5 ПДК) - Пуровский, Тазовский, Приуральский, Красноселькупский, Надымский и Шурышкарский районы ЯНАО; аммоний (до 6,4 ПДК) – Надымский и Пуровский районы.

Чрезвычайно серьезной проблемой в регионах нефте-газодобычи является состояние почвенно-грунтовых и собственно подземных вод (включая питьевые). При фильтрации с поверхности земли всего лишь 1 м³ нефти потенциально возможная площадь загрязнения поверхностного слоя грунтовых вод составляет более 5 тыс. м². Участки загрязнения подземных вод, несмотря на то, что их площади превышают площади нефтезагрязненных земель на поверхности, выявляются значительно хуже, поэтому систематических данных немного. Имеются данные, свидетельствующие, в частности, что в подземных водах Среднеобской нефтегазоносной провинции (Западная Сибирь) в концентрациях, превышающих ПДК, обнаружены: нефть и нефтепродукты, фенолы и другие поллютанты, характерные для нефтедобывающего производства. В подземных водах Тимано - Печорского нефтегазоносного бассейна на отдельных участках содержание нефтепродуктов достигает 804 мг/л — 268 ПДК.

Несмотря на техногенную нагрузку в настоящее время гидрохимическую обстановку на территории ЯНАО в основном определяют естественные (природные) факторы. В дальнейшем в динамично развивающемся регионе нельзя не учитывать возможность проявления негативного воздействия техногенной нагрузки на качество подземных вод и поэтому контроль за состоянием подземных вод необходимо продолжить.

В Норильском регионе забор воды для целей хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения осуществляется из поверхностных водных объектов и подземных источников. На территории округа эксплуатируются три месторождения пресных подземных вод: Талнахское, Ергалахское, Амбарнинское с эксплуатационными запасами 220,1 тыс. м³/сут. Добываемые воды по гидрогеологической классификации являются ультрапресными, полезные компоненты в них идеально сбалансированы, отсутствуют вредные для здоровья химические элементы. К сожалению, отсутствуют какие-либо данные о проникновении металлов и сульфатов, содержащихся в атмосферных выпадениях Норильского комбината. К тому же, под действием кислотных осадков может происходить выщелачивание токсичных элементов из слагающих пород, отвалов рудников и др.

В Республике Саха (Якутия) в северных регионах подземные воды не используются. В Центральной Якутии по химическому составу подземные воды преимущественно гидрокарбонатного натриевого состава, практически пресные, стерильные. По органолептическим и токсическим показателям воды отвечают требованиям ГОСТа «Вода питьевая». Исключение составляет содержание фтора – от 2 до 6 г/дм³ (ПДК-1.5 г/дм³). Это ограничивает возможности использования подземных вод в питьевых целях без обесфторивания. В последние годы при более расширенном изучении химического состава вод среди микрокомпонентов стал появляться литий. Его содержания в воде нередко превышают ПДК в 2-3 раза. Этот природный факт требует глубочайшего

изучения.

В Чукотском автономном округе основное водоснабжение осуществляется из поверхностных водоисточников. Город Анадырь получает пресную воду из открытых источников. Сначала вода аккумулируется в водохранилище реки Казачка, затем поступает на очистные сооружения и только после этого попадает к потребителям. Чукотские геологи крупные запасы пресной воды для окружной столицы безуспешно искали в окрестностях Анадыря на протяжении 30 лет. В 2009 г. разведано месторождение подземных вод "Казаченское", вода которого характеризуется низкой минерализацией, содержание различных солей составляет около 300 мг на литр, при максимально допустимых значениях в 1000 мг на литр. Кроме того, вода обладает высокими органолептическими качествами.

Таким образом, имеющиеся материалы показывают, что наибольшее загрязнение подземных вод АЗРФ наблюдается в Мурманской и Архангельской области в импактных зонах промышленного развития, а также в Ямало-Ненецком автономном округе в регионах нефте-газодобычи. В Норильском регионе эксплуатируемые запасы подземных вод характеризуются как чистые. Однако конкретных данных о влиянии выбросов Норильского комбината на подземные воды нет. По мере продвижения на восток имеющиеся редкие данные о химическом составе подземных вод отражают, в большей степени, влияние природных геохимических провинций, но не промышленного загрязнения.

4.4.6. Питьевая вода и здоровье населения в индустриальных регионах Севера

В числе приоритетных гигиенических проблем, связанных с риском для здоровья населения, продолжает оставаться проблема низкого качества питьевой воды. В целом по России увеличилось число проб воды из поверхностных источников в сети водозаборов с выделением возбудителей инфекционных заболеваний с 0.7% в 1997 г. до 2.8% в 2001г. В таблице 6 для ряда Арктических регионов представлены данные о доли проб из источников централизованного водоснабжения, которые не отвечают санитарно-гигиеническим требованиям. К сожалению, данные по качеству питьевой воды, приведенные в таблице 6, появились в официальных источниках (Гос. доклад.... 2002, 2007,2008 гг.) только в 2006 г., поэтому трудно говорить о долговременных тенденциях.

Таблица 6. Доля проб воды из источников централизованного водоснабжения в арктических и субарктических регионах, не соответствующая гигиеническим нормативам. Н/д – данные отсутствуют.

Регион	Доля проб воды, %			
	2007		2008	
	Санитарно химические	Микро биологические	Санитарно химические	Микро биологические
Мурманская область	Н/д	Н/д	24.4	0.7
Архангельская область	46.1	Н/д	48.7	17.9
Ямало-Ненецкий АО	53.5	Н/д	60.4	Н/д
Ненецкий НО		18.5	30.0	14.1
Республика Саха (Якутия)	20.5	15.8	11.7	14.0
Магаданская	31.1	2.8	28.2	Н/д

область				
Чукотский АО	Н/д	Н/д	31.4	6.8

По отдельным регионам наблюдается существенное снижение этих показателей, хотя по абсолютной величине они остаются очень высокими и превышают соответствующие показатели в целом по России в 2 и более раз. Например, в Архангельской области с 2002 г по 2008 г. отмечается снижение санитарно-химического показателя на 30% и микробиологического более чем на 50%. Отмечается некоторое снижение этих показателей в Магаданской области и Республике Саха (Якутия).

Вместе с тем, минимальные по РФ уровни показатели заболеваемости на 100 тыс.чел. зафиксированы в Чукотском АО (144.8), Республике Саха (Якутия) (187.7), Магаданской области (200.1)

По-прежнему недостаточно используются для централизованного водоснабжения наиболее защищенные подземные источники (около 30%). Однако и они подвергаются загрязнению. Выявлено 3234 очагов их загрязнения, наибольшее количество которых расположено на территории Сибирского федерального округа (24%). Санитарно-вирусологическое исследование воды из разных источников в Архангельской области показало, что вирусный гепатит А распространяется в основном "водным путем" (Гос.доклад..., 2008, 2009).

Достаточно проблематично выявить связи между качеством питьевых вод и здоровьем населения. Ситуация понятна, когда идет анализ заболеваемости населения, имеющей водно-бактериальную этиологию (Рахманинов и др., 1996). Вместе с тем питание людей в заполярных регионах в большей степени происходит продуктами, привозимыми из других, более южных регионов, поэтому поступление загрязняющих веществ от местных с/х производств с пищей не имеет значимого влияния на заболевания населения. Водные объекты являются конечными аккумуляторами всех видов загрязнения, включая выпадения из загрязненной атмосферы. Они в той или иной степени определяют суммарную дозу загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду.

На примере *Кольского региона Севера* были проведены исследования по выявлению влияния загрязнения питьевых вод на здоровье населения промышленно-развитого региона Севера. Кольский регион характеризуется развитой металлургической и горно-перерабатывающей промышленностями. Ведущим фактором окружающей среды, негативно воздействующим на здоровье население, является загрязнение водных объектов - источников питьевого снабжения населения. Согласно медико-демографическим данным (Атлас..., 1971) в этом регионе наблюдается повышенная моче-каменная и желче-каменная заболеваемость людей. Комплексные исследования проводились в индустриально развитых городах - Мончегорске, Апатитах, Полярные зори, Оленегорске, а также в более отдаленных поселках Аллакурти и Ловозеро, использующих воду для питьевого водоснабжения из поверхностных источников водоснабжения, в системе: содержание металлов в питьевых водах ⇒ накопление в печени и почках людей ⇒ метало-обусловленные патологии в организме (Моисеенко и др., 2006). Схема размещения основных производств и водозаборов питьевого водоснабжения представлена на рисунке 1.

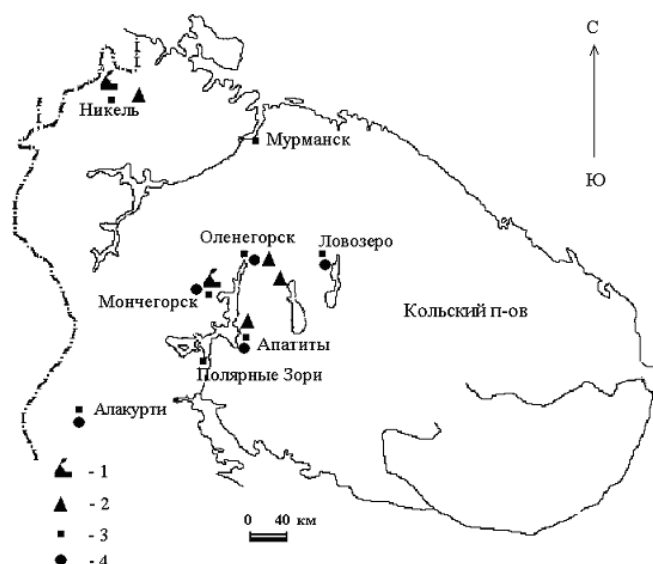


Рисунок 1. Схема расположения медно-никелевых комбинатов (1), рудников и горно-обогатительных фабрик (2), населенных пунктов (3) и водозаборов питьевых вод (4).

Установлено, что воды региона загрязняются ТМ вследствие функционирования здесь горно-металлургических комбинатов, среди которых основным загрязняющим элементом является Ni. Повышенные концентрации Cd (по отношению к фону) в водах региона связаны с кислотным выщелачиванием этого элемента в поверхностные водоисточники. Существующая система водоподготовки не устраняет из забираемой воды элементы техногенного происхождения. Содержание металлов в водоисточниках централизованного водоснабжения представлено в таблице 7.

Таблица 7. Содержание металлов в питьевых водах городов и поселков Мурманской области (Моисеенко и др., 2006).

Город/поселок	Ni	Cu	Co	Cr	Sr	Cd	Pb	$\Sigma C_i/ПДК_i$
г. Апатиты	4,9±0,6	3,6±2,5	0,3±0,2	0,13±0,07	88±13	0,12±0,07	0,6±0,2	0,212
г. Мончегорск	13,9±11,4	12,0±8,5	0,3±0,2	0,15±0,07	17±3	0,19±0,11	0,4±0,1	0,302
п. Аллакурти	0,5±0,1	0,7±0,1	0,2±0,0	0,08±0,04	138±11	0,14±0,01	0,5±0,0	0,185
г. Ковдор	0,5±0,3	0,5±0,4	0,2±0,0	0,28±0,16	38±9	0,09±0,05	0,5±0,1	0,104
п. Ловозеро	0,8±0,7	1,4±1,0	0,2±0,1	0,26±0,05	49±10	0,09±0,03	0,4±0,2	0,099
г. Оленегорск	0,8±0,1	1,3±0,4	0,2±0,0	0,25±0,25	32±5	0,15	0,4±0,2	0,107

Следует подчеркнуть, что в регионах Крайнего Севера воды характеризуются низкой минерализацией с высокой агрессивностью к выщелачиванию элементов из трубопроводов (наличие в воде свободной уголекислоты), что способствует высокой миграционной

активности металлов. В низко минерализованных водах токсичность металлов возрастает. Как показали исследования, металлы находятся в основном в виде ионных форм (например, Ni, Cd, Zn, Pb), которые обладают наибольшей проникающей способностью и токсичностью для живых организмов (Моисеенко и др., 2010). На рисунке 2 представлено изменение концентраций некоторых элементов в процессе передачи воды населению от природного источника к потребителям (вода из кранов).

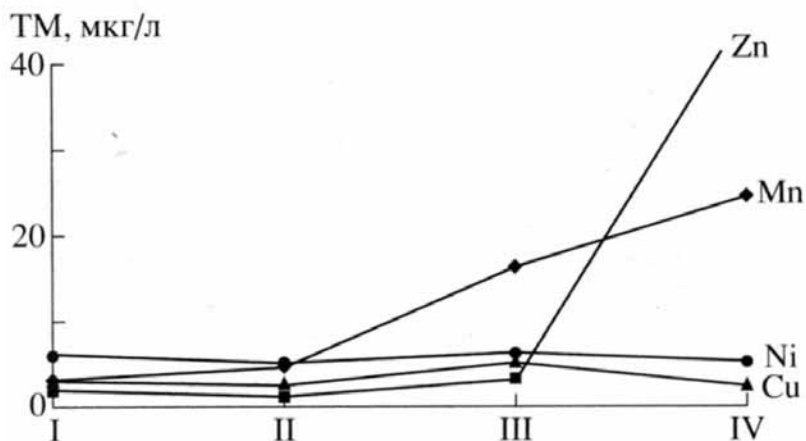


Рисунок 2. Динамика содержания металлов в питьевой воде в процессе водоподготовки (I – вода до подготовке на станции, II – вода после подготовке на станции, III – вода из распределительных гидрантов, IV – вода из внутренних водопроводных сетей) (Кудрявцева, 1999)

Установлен факт накопления металлов в печени и почках людей. Высокий уровень содержания металлов в печени и почках людей (по сравнению с контрольной группой) характеризует жителей г. Мончегорска, водозабор которого расположен в зоне распространения дымовых выбросов от плавильных медно-никелевых комбинатов. Несмотря на то, что в питьевых водах наиболее высокие концентрации никеля, в почечной ткани людей в наибольшем количестве накапливается Cd (в 50 раз выше нормы). Этот элемент характеризуется высокой токсичностью, способен обуславливать развитие ряда патологий в организме. Показано, что наибольшая частота заболеваемости людей (новообразования, моче- и желче-каменная болезнь, гломерулонефрит) характерны для г. Мончегорска, где питьевые воды содержат повышенные концентрации Ni, Cd, Pb и др. элементов. По мере снижения концентраций этих элементов в питьевых водах других городов, заболеваемость населения снижается.

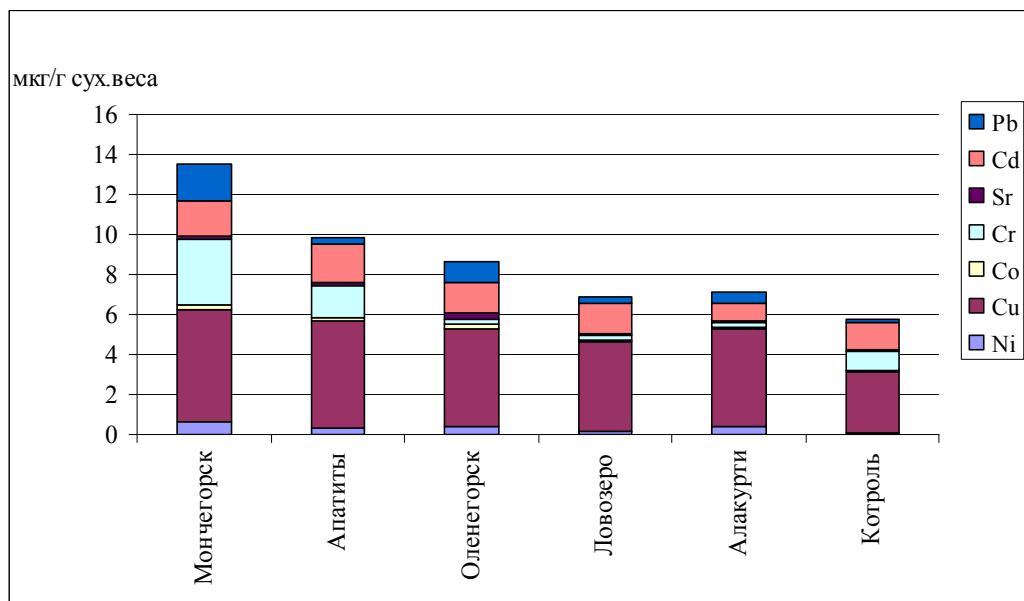
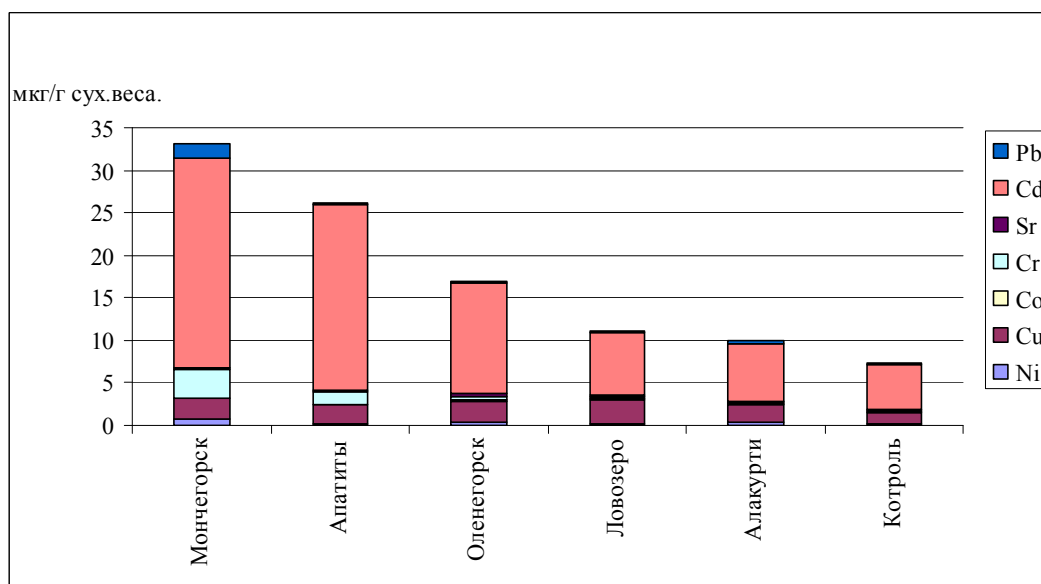
а**б**

Рисунок 3. Содержание металлов в печени (1) и почках (2) людей различных городов и поселков Мурманской области.

Корреляционный анализ показателей заболеваемости населения городов и поселков с усредненными данными по качеству питьевых вод и степени накопления металлов подтверждает ведущее влияние загрязнения питьевых вод металлами на здоровье населения. В таблице 8 приведены коэффициенты корреляции между накоплением Ni, Co и Cu в печени людей, и концентрацией их в питьевых водах. Установлена тесная зависимость накопления металлов в печени и почках посмертно обследованных людей от содержания металлов в питьевых водах.

Таблица 8. Коэффициенты корреляции накопленных металлов в печени и почках людей от их содержания в водопроводной воде различных городов и поселков Мурманской области.

	Ni	Cu	Cd	Pb	Sr	Cr	Co
Печень	0,78	0,78	0,30	-0,45	-0,30	0,26	0,81
Почка	0,87	-0,19	0,62	-0,29	-0,30	0,31	0,83

В таблице 9 приведены значимые коэффициенты корреляции между статистическими данными по заболеваемости людей и качеством питьевых вод соответствующих городов и поселков. Показательно, что частота встречаемости патологии почек имеет высокий коэффициент корреляции с концентрацией в воде таких элементов, как Cd, Co и Pb, а также показателем суммарного превышения ПДКсан-пит. Аналогично частота желудочно-кишечных заболеваний, печени и кровеносной системы коррелирует с содержаниями металлов в питьевых водах.

Таблица 9. Коэффициенты корреляции заболеваний и патологий систем и органов (%) населения городов Кольского полуострова от концентраций микроэлементов в питьевой воде (мкг/л).

	Почки	Печень	Желудочно-кишечная	Кроветворения	Сердечно-сосудистая
Ni	0,40	0,63	0,89	0,64	0,73
Cu	0,43	0,64	0,91	0,67	0,77
Co	0,93	0,75	0,85	0,90	0,91
Cr	0,60	0,53	0,51	0,76	0,70
Sr	0,56	0,18	-0,03	0,08	0,01
Cd	0,87	0,76	0,87	0,77	0,83
Pb	0,97	0,58	0,58	0,69	0,70
Zn	0,49	0,59	0,81	0,61	0,68
Σ Ci/ПДКi	0,76	0,77	0,95	0,79	0,86

Таким образом, с большой долей вероятности можно предположить, что неудовлетворительное качество питьевых вод в индустриально-развитых регионах Крайнего Севера приводит к заболеваниям населения, ослаблению иммунитета, и возможно, повышенной смертности. Несмотря на то, что полученные данные характеризуют воды Мурманской области, вероятно, что и в других регионах Севера подобные закономерности могут быть выявлены.

Поэтому для регионов Крайнего Севера необходимо учитывать не только данные о загрязнении водных объектов, но и природные условия уязвимости вод Севера, высокую агрессивность вод и проникающую способность в организм металлов, способных вызывать заболевания населения. Необходимо ужесточение лимитов по основным токсичным элементам, в особенности для питьевых вод, как минимум, в 3 раза.

4.4.7. Заключение

Высокая обеспеченность регионов Севера водными ресурсами до последнего времени не вызвала тревогу об их состоянии. Вместе с тем, интенсивное освоение богатых месторождений полезных ископаемых Арктики и трансграничные переносы загрязняющих веществ приводят к быстрому нарушению хрупкого экологического равновесия уже во многих урбанизированных районах, что стремительно ведет к качественному истощению водных ресурсов в промышленных городах и поселках. Мониторинг качества вод в АЗРФ, как правило, осуществляется на водных объектах –

приемниках сточных вод, концентрируется на измерении содержания отдельных компонентов загрязнения без учета всего комплекса физико-химических и биологических процессов, протекающих в водоемах Севера. Существующая система оценки и регламентации загрязнения ориентируется на нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК), которые были разработаны для водоемов средней полосы страны и не учитывают специфику и высокую уязвимость природы северных вод.

В проанализированных Государственных докладах о состоянии и об охране природной среды приводится информация о кратности превышений ПДК в тех или иных водных объектах, получающих стоки. Были использованы следующие классы и разряды качества воды: «условно чистая»; «слабо загрязненная»; «загрязненная»; «очень загрязненная»; «грязная»; «очень грязная»; «экстремально грязная». В настоящее время сильно загрязнены тяжелыми металлами, нефтепродуктами, взвешенными веществами, органическими токсичными соединениями практически все крупные реки Арктического бассейна вблизи населенных пунктов и промышленных зон: Печора, Северная Двина, Обь, Лена, Енисей и др.

Поверхностные воды Арктического бассейна в наибольшей степени подвергаются загрязнению вследствие значительных сбросов сточных вод и выбросов в атмосферу характерных для промышленных центров: Кольский и Норильский регионы, где воды суши являются наиболее загрязненными. На Кольском Севере исследования показали, что в зоне деятельности медно-никелевых производств не только поверхностные, но и подземные воды загрязнены металлами. Отмечаются случаи загрязнения подземных вод в гг. Мурманске и Архангельске. Анализ данных по загрязнению подземных вод показал, что наибольшему загрязнению подвержены подземные воды Мурманской и Архангельской областях, а также Ямало-Ненецкого региона. Неудовлетворительное качество воды р. Северная Двина связано в основном с поступлением в реку сточных вод с предприятий лесной и целлюлозно-бумажной промышленности. Загрязнение воды в нижнем течении р. Печора связано с деятельностью предприятий газовой, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей промышленности, поступлением в реку нефтепродуктов, фенолов, меди и железа металлов, содержание которых существенно превышает установленные ПДК. Характерными загрязняющими веществами для устья р. Обь являются фенолы, аммонийный азот, соединения меди, железа и цинка. В устье Енисея отмечаются повышенные по сравнению с Обью концентрации практически всех микроэлементов, но они не превышают значений регионального геохимического фона, а также среднемирового уровня их содержания в речном стоке в растворенном и взвешенном состоянии. Загрязнение вод р. Лена относительно слабо влияет на качество воды в устье реки, поскольку ее самоочищающая способность достаточно велика. Для рек АЗРФ, устья которых находятся восточнее Лены, основными источниками поступления загрязняющих веществ являются сточные воды предприятий горнодобывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, а также поверхностный сток с неблагоустроенных территорий населенных пунктов и сельскохозяйственных угодий. Данные мониторинга по оценке загрязнения вод суши Арктического бассейна относятся к характеристике состояния вод в импактных зонах загрязнения, поэтому их нельзя экстраполировать на воды суши всей территории. Водные ресурсы на огромных пространствах АЗРФ сохраняют природные характеристики, в некоторых случаях отражают геохимические провинции.

Подземные воды АЗРФ на большей части исследованных скважин и родников характеризуются как пресные и ультрапресные. Наибольшее загрязнение подземных вод наблюдается в Мурманской и Архангельской области в импактных зонах промышленного развития, а также в Ямало-Ненецком автономном округе в районах нефте-газодобычи. В Норильском районе эксплуатируемые запасы подземных вод характеризуются как чистые. Однако конкретных данных о влиянии выбросов Норильского комбината на подземные

воды нет. По мере продвижения на восток имеющиеся редкие данные о химическом составе подземных вод отражают, в большей степени, влияние природных геохимических провинций, но не промышленного загрязнения.

Основное водоснабжение городов и поселков, расположенных в Арктических зонах, осуществляется из поверхностных водоисточников, которые зачастую служат и приемниками сточных вод или подвержены аэротехногенному загрязнению. На примере исследования городов и поселков в Мурманской области доказано, что в процессе водоподготовки качество вод не улучшается, даже при соответствии показателей вод санитарно-гигиеническим нормативам загрязнение питьевых вод, в частности, металлами в зоне влияния аэротехногенного загрязнения выбросами медно-никелевых производств, является причиной заболеваний населения промышленных городов.

В условиях Арктики взаимодействие антропогенных факторов с окружающей средой имеет наиболее выраженные отрицательные эффекты. В то же время водоемы здесь приобретают особое значение в силу больших запасов высококачественной пресной воды и ценной рыбной продукции в виде лососевых и сиговых рыб. При комплексном использовании водных ресурсов в регионах Субарктики приоритет должен быть отдан чистой воде и формированию в ней рыбопродукции. В основе решения проблемы защиты водных ресурсов от загрязнения промышленными сточными водами лежит профилактический принцип. Весь комплекс водохозяйственных мер в промышленности будет правильно организован лишь в том случае, если охрана водных ресурсов будет осуществляться в процессе их использования

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ПДК -Предельно допустимые концентрации

ЗВ – Загрязняющие вещества

ИЗВ– Индекс загрязнения вод

АЗРФ - Арктической зоны Российской Федерации

ХПК - Химическое потребление кислорода, косвенный показатель определения общего содержания органического вещества.

БПК₅ – Биологическое потребление кислорода, косвенный показатель определения (в течении 5 суток) содержания легко окисляемого органического вещества.

НУ - Нефтяные углеводороды

НП – Нефтепродукты

ХОП - Хлорорганические пестициды и

ПХБ - Полихлорированные бензолы

ЗСО - Зоны санитарной охраны

Список литературы

Айбулатов Н.А. Деятельность России в прибрежной зоне моря и проблемы экологии. М.: Наука. 2005. 364с.

Атлас Мурманской области. Мурманск. 1971. 33 с.

Геология шельфа и берегов морей России /под ред. Н.А. Айбулатова / М.:Ноосфера, 2001. 428с.

ГОСТ 27065-86. Качество вод. Термины и определения.-М.: Изд-во стандартов,1987. 9 с.

- Государственные доклады «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации, 2000-2008. Министерство природных ресурсов, М. 2001, 2002, 2003, 2004, 2004, 2005, 2006, 2007, 2007, 2008, 2009 гг.
- Данилов А.И., Дмитриев В.Г., Кочемасов Ю.В., Кочемасова Е.Ю., Моргунов Б.А., Седова Н.Ю., Шаров А.Н. Национальные и международные приоритеты в Арктике. СПб.:ААНИИ, 2008. 72 с.
- Единые критерии качества вод. Совещание руководителей водохозяйственных органов стран-членов СЭВ.М.:СЭВ,1982.
- Ежегодники качества вод по гидрохимическим показателям //Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Обнинск, 2003
- Заславская М.Б., Ефимова Л.Е. Качество воды крупнейших рек // Геоэкологическое состояние арктического побережья и безопасность природопользования. М.: ГЕОС. С. 302-324
- Кудрявцева Л.П. Оценка качества питьевой воды в г. Апатиты. //Водные ресурсы. 1999. № 3. С.735-742.
- Моисеенко Т.И. Теоретические основы нормирования антропогенных нагрузок на водоемы Субарктики.- Апатиты: Изд-во КНЦ, 1997. 261 с.
- Моисеенко Т.И., Кудрявцева Л.П., Гашкина Н.А. Рассеянные элементы в поверхностных водах суши: технофильность, биоаккумуляция и экотоксикология. М.: Наука, 2006. 261с.
- Моисеенко Т.И., Мегорский В. В., Гашкина Н.А. Кудрявцева Л.П. Влияние загрязнения вод на здоровье населения индустриально развитого региона Севера. Водные ресурсы, 2010, том 37, № 2 (в печати).
- Мутузова Г.В., Лукина,Н.В., Никонов,В.В., Даувальтер, М.В., Зорина Ф.В. Влияние природных и антропогенных факторов на почвенные и грунтовые воды Кольского полуострова // Водные ресурсы Т.31, №3. С. 325-331.
- Никаноров А.М., Брызгало В.А. Пресноводные экосистемы в импактных районах России.Ростов-на-Дону: НОК, 2006. 275с.
- Объекты водоснабжения и подземные воды в Российской Арктике// www.arctictoday.ru
- Перечень рыбохозяйственных нормативов предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. М. Изд-во ВНИРО, 1999. 304с.
- Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И., Монисов А.А., и др. Региональные особенности качества питьевых вод России и современная методика их комплексной гигиенической оценки. В кн. Региональные проблемы управления здоровьем России. (отв. ред. акад В.Д. Беляков)., М., РАЕН 1996, с.162-171.
- Хубларян М.Г., Моисеенко Т.И. На Крайнем Севере снижается качество воды // Вестник РАН. – 2000 . – Т. 70, № 4. – С. 307-313.
- Экологический атлас России. М.:Издательский дом «Карта», 2002, 128с.
- СанПиН 4630-88 «Охрана поверхностных вод от загрязнения»