

3. Загрязнение радионуклидами арктических морей России // Арктика сегодня. [Электронный ресурс]. URL: <http://arctictoday.ru/region/ecology/200000057>.
4. Лёд Арктики растает к сентябрю 2079 // News.ru, 2002. – 23 сентября. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.newsru.com/world/23dec2002/arctic.html>.
5. Моргунов Б.А. Методология учёта экологического фактора в процессе выработки стратегии устойчивого развития арктической зоны России // Автореф. дисс. докт. – СПб.: РГГМУ, 2006. – 39 с.
6. Экологические проблемы Арктики // mrmarker.ru, 2016. [Электронный ресурс]. URL: <http://mrmarker.ru/p/page.php?id=1627>
7. Арктика: перспективы развития // perspektivy.info, 2015. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.perspektivy.info/rus/ekob/arktika\\_perspektivy\\_razvitija\\_2009-04-24.htm](http://www.perspektivy.info/rus/ekob/arktika_perspektivy_razvitija_2009-04-24.htm).

### **ПРИРОДНЫЕ ИСТОЧНИКИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ**

**А.Н. Злобина**

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия***

В последние годы проблемы экологического и радиоэкологического состояния для Арктической зоны приобретают особое значение благодаря нескольким факторам. В первую очередь – это возрастающая экономическая роль Арктики, связанная с открытием огромных запасов сырьевых ресурсов, во вторую – исключительная чувствительность и уязвимость природного ландшафта к антропогенным воздействиям в условиях длительного холодного периода с ледовым и снеговым покровом.

Основными проблемами радиоактивности Арктической зоны считаются: загрязнение радионуклидами отдельных ее районов и нахождение до настоящего времени на дне морей радиоэкологически опасных твердых радиоактивных отходов; а также функционирующие потенциально опасные объекты – атомные электростанции (в Финляндии, США, России (Кольская и Билибинская АЭС)), атомные ледоколы и атомные подводные лодки.

Однако источниками радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды естественными радиоактивными элементами могут быть и природные образования (месторождения радиоактивных и некоторых других полезных ископаемых, горные породы, содержащие естественные радиоактивные элементы в повышенных количествах). В пределах Арктической зоны выделяют территории с повышенными (900-1250 мкЗв/год) и высокими (более 1250 мкЗв/год) дозовыми нагрузками природной радиации, к ним можно отнести: Анабарское нагорье (Якутия), Кольский полуостров. Повышенная доза радиации определяется коренными выходами магматических пород ультракислого, щелочного составов и ультраметаморфическими формациями [3].

Анабарский массив считается наиболее перспективной рудной областью Российской Арктики, по своей металлогении и масштабности относящийся к категории локальных металлогенических зон. Здесь отчетливо проявляются черты сходства геолого-тектонической обстановки, радиогеохимических (U, Th) аномалий и проявлений эпигенетической минерализации с известными районами в ураново-рудной провинции Атабаска (Канада). На территории Арктической зоны России

**СЕКЦИЯ 8. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ АРКТИКИ. ВЛИЯНИЕ  
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ АРКТИКИ.  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ. ОХРАНА И ЗАЩИТА АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА**

---

были открыты Томторское, Ловозерское месторождения редких земель; Каменское (полуостров Таймыр), Провиденское, Катумское (Чукотский полуостров) месторождения радиоактивных элементов. Разработка этих месторождений ведет к загрязнению окружающей среды, связанному с аэрозольными выбросами, с образованием отвалов горных пород, забалансовых руд и хвостов, загрязнению поверхностных и подземных вод. Особую опасность при разработке месторождений представляет заражение почв химическими элементами с повышенными токсичными и радиоактивными свойствами (Th, U, Tl, Rb, Cs, Sr), содержащимися в рудах [2]. Одной из проблем радиохимического загрязнения является тот факт, что в Арктике существует мощная криолитозона, ограничивающая масштабы вертикальной миграции поверхностных и подземных вод, изменяющая скорость протекания всех почвенных процессов, в том числе способствующих появлению загрязнителей на поверхности за счет диффузии из почвы и воды.

Наиболее богатый участок массива Томтор – Буранный (средние содержания: фосфора – 16.4%, редких земель – 12.8%, ниобия – 4.9%, иттрия – 0.87%, циркония – 0.29%, тория – 0.15%, урана – 0.01%, скандия – 0.065%, тантала – 0.005%). Стоит отметить, что по результатам экологических наблюдений, радиоактивность на поверхности Томторского массива изменяется от 2 до 22 мкР/ч и имеет природное происхождение [1]. В Канаде на сегодняшний день идет активная добыча урана только в Северной части провинции Саскачеван. Исследования в районе месторождения Порт Радий (Port Radium site) показали, что активность урана в хвостах достигает 37 000 Бк/кг. Уровни гамма-излучения на территории варьируются от 1,5 мкР/ч до 7,4 мкР/ч. Наблюдаются повышенная активность радона до 44 Бк/м<sup>3</sup> [5].

Источниками радиоактивного загрязнения могут также являться фосфатные руды, например апатитовые руды Ковдорского месторождения (Кольский п-в), где активность <sup>238</sup>U в пределах 100 Бк/кг, <sup>232</sup>Th – 65 Бк/кг; также месторождение каменного угля в Нью-Олесунн (архипелаг Шпицберген, Норвегия), по данным Даудолла образцы взятые в районе месторождения отличаются повышенными концентрациями радионуклидов [4].

В настоящее время в Арктике добывается десятая часть общемировых объемов нефти и четвертая часть природного газа. Арктическая часть Западно-Сибирской низменности (Россия) составляет уникальную нефтегазоносную провинцию. Среди других ведущих нефтедобывающих стран в Арктической зоне — Канада, США (Аляска) и Норвегия. При добыче нефти и газа экстрагируют большие объемы пластовых вод совместно с углеводородами. Пластовая вода содержит повышенные концентрации радиоактивных изотопов, в особенности радия, т.к. в результате распада урана и тория и выщелачивания из вмещающих пород в нефти постоянно образуются его радионуклиды. Исследования концентраций радия в попутно-добываемой воде на норвежском континентальном шельфе показали, что средняя активность <sup>226</sup>Ra - 3,3 Бк/л и 2,8 Бк/л для <sup>228</sup>Ra. Общий объем сбросов <sup>226</sup>Ra и <sup>228</sup>Ra в Норвежское море в составе пластовых вод и шлама от буровых работ за 2007 год составил 46 ГБк и 38 ГБк, соответственно [4].

Одним из радиационно-опасных факторов может служить производство геотермальной энергии. Например, в Исландии почти 80% зданий отапливаются с помощью геотермальной энергии. В ее производстве используют горячий пар и глубинную воду, которая часто содержит природные радионуклиды, попадающие в трубы в процессе отопления. Также выявлен опасный радоновый фактор. Радон

может переноситься с глубин Земли водой и паром, а затем концентрироваться в приземном воздухе [4].

Из вышеназванного следует, что главными природными источниками радиационного загрязнения Арктики являются месторождения редких, радиоактивных элементов, фосфатные руды, уголь с повышенным содержанием радионуклидов, пластовые воды при нефтегазовой добыче, а также производство геотермальной энергии. Арктическую зону во все большей степени рассматривают в качестве индикатора состояния биосферы, который сигнализирует остальному миру о воздействии локальных и глобальных процессов, в том числе связанных с разработкой природных источников радионуклидов.

### Литература

1. Додин Д.А. Минералогия Арктики// ЛИТОСФЕРА, 2009, № 5, с. 15–35.
2. Молчанов А.В., Коваль С.Г., Ходжаев Д.К., Лазарев Ф.Д. Перспективы выявления высокорентабельных урановых и комплексных месторождений «типа несогласия» на Анабарском щите // Руды и металлы, 2006, № 6, с. 5—15.
3. Рихванов Л.П. Радиоактивные элементы в окружающей среде и проблемы радиоэкологии: учебное пособие. – Томск, 1997. – 384 с.
4. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP). Radioactivity in the Arctic. P.O. Box 8100 Dep, N-0032 Oslo, p.109.
5. CDUT, 2005. Final Report Concerning Health and Environmental Issues Related to the Port Radium Mine. Canada/Déline Uranium Table. Indian and Northern Affairs Canada.

## **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УДАЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ИЗ ТРУДНОДОСТУПНЫХ РАЙОНОВ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ**

**М.Д. Зубач**

Научный руководитель профессор Л.П. Рихванов

***Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г. Томск, Россия***

Проблема отходов, их утилизации, переработки, сбора и т.д. — одна из острейших для человечества в начале XXI в. Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) — огромная по площади территория, на которой осуществляются различные виды хозяйственной деятельности в значительных объемах. Однако сложные климатические условия, неразвитая транспортная сеть, многолетняя «забытость» Севера и многие другие факторы затрудняют деятельность по своевременному удалению отходов и приводят к их накоплению на местах и, как следствие, к негативному влиянию на экосистемы Арктики. Следует помнить, что, в отличие от других, более теплых районов планеты, природа Арктики не в состоянии переработать имеющиеся тут отходы.[1]

Отходы в Арктике появляются из различных источников. К основным из них относятся: морские суда; стационарные объекты (поселения, военные части, полярные станции); объекты недропользования (нефте- и газодобывающая отрасль промышленности); дельты крупных рек. Выбрасывание мусора в море производится в том случае, если расстояние до берега составляет не менее: 25 миль — для обладающих плавучестью сепарационных, обшивочных и упаковочных материалов; 12 миль — для пищевых отходов и другого мусора, включая изделия из бумаги,