

УДК 621.311

**АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ  
ПРОИЗВОДСТВА АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ В 2023 ГОДУ  
THE ACTUAL PROBLEM OF WASTE DISPOSAL OF NUCLEAR ENERGY  
PRODUCTION IN 2023**

В.П. Дисько

Научный руководитель – В.В. Кравченко, к.э.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

V. Dzisko

Supervisor – V. Kravchenko, Candidate of Economic Sciences, Docent  
Belarusian national technical university, Minsk

***Аннотация:** данная статья раскрывает актуальные проблемы утилизации отходов производства атомной энергии. В ней выдвигаются предложения по минимизации данной проблемы.*

***Abstract:** this article reveals current problems of recycling waste from nuclear energy production. It puts forward proposals to minimize this problem.*

***Ключевые слова:** отходы, утилизация, энергетика, распад, электроэнергия.*

***Keywords:** waste, recycling, energy, decay, electricity.*

### **Введение**

Атомная энергетика стала одним из наиболее важных источников энергии в современном мире, обеспечивая электроэнергией миллионы домов и предоставляя необходимый импульс для развития технологических отраслей. Несмотря на её несомненные преимущества, включая высокий выход энергии и низкий выброс парниковых газов, ядерная энергетика также сталкивается с серьезной проблемой, которая требует немедленного внимания, – утилизацией ядерных отходов. Радиоактивные отходы представляют собой не только потенциальную угрозу для окружающей среды, но и вызывают опасения общества и политиков. В данной статье рассмотрим актуальную проблему утилизации радиоактивных отходов в атомной энергетике и поищем возможные пути решения этой проблемы.

### **Основная часть**

Подобно добыче и использованию всех источников энергии, таких как уголь и нефть, использование ядерной энергии также приводит к образованию отходов. Радиоактивные отходы – это материалы, образующиеся в результате процессов деления атомных ядер в реакторах. Они могут включать в себя различные радиоактивные элементы и соединения, их уровень радиоактивности может варьироваться в зависимости от типа реактора и процессов ядерного распада. Радиоактивные отходы при производстве атомной энергии классифицируются по агрегатному состоянию на жидкие, газообразные и твёрдые. А по активности для долгосрочной безопасности при захоронении на низкоактивные отходы (НАО), среднеактивные отходы (САО), очень низкоактивные отходы (ОНАО) и высокоактивные отходы (ВАО). Важно отметить, что неконтролируемое накопление и недостаточное управление радиоактивными отходами могут

вызвать серьезные экологические проблемы. На сегодняшний день существует много методов утилизации ядерных отходов (захоронение, витрификация, изоляция, цементирование, использование материалов типа СИНРОК, переработка и т.д.). Однако, большинство из них имеют свои ограничения и недостатки [1].

Один из наиболее распространенных методов – глубокое геологическое захоронение. Этот метод предъявляет высокие требования к геологической среде. Данный метод считается относительно безопасным, но он не решает проблему в перспективе. А также в изолированном объёме радиоактивные вещества сохраняют свои свойства и при нарушении защитного слоя могут вырываться в окружающую среду, убивая всё живое. Такие страны, как Швеция, Финляндия и Франция, в настоящее время используют методы глубокого подземного захоронения для хранения ядерных отходов в слоях горных пород или глины на глубине сотен метров под поверхностью. В настоящее время в Швейцарии имеется 83 000 кубических метров радиоактивных отходов, ожидающих захоронения. В сентябре 2022 года Швейцарское национальное сотрудничество по утилизации радиоактивных отходов (Nagra) предложило Nordrich Lagen на севере Швейцарии в качестве последнего места для глубокого геологического хранилища с целью захоронения отработанного ядерного топлива в глубокой геологической глине. Nordrich Lagen обладает лучшим геологическим барьерным эффектом и лучшей стабильностью горных пород. Ожидается, что строительство хранилища начнется в 2045 году и будет заполнено ядерными отходами примерно в 2050 году.

Другой метод – переработка, которая позволяет извлекать полезные материалы из отработанного топлива. Этот инновационный метод позволяет повторно использовать плутоний и уран, а также свести к минимуму объем и сброс радиоактивных отходов. Благодаря этому методу можно продлить срок службы ядерного топлива. Например, ядерное топливо которого хватало на один год, теперь можно использовать в течении трёх лет. Этот метод является испытанием передовых технологических возможностей стран. Занимается Россия (Завод РТ-1 ФГУП ПО «Маяк»), Франция (Заводы UP1, UP2, UP3), а также США, Великобритания и Япония. Французы высокоактивные и среднеактивные отходы концентрируют, среднеактивные отходы они сливают в «Ла Манш». В России же выбран другой путь. Принято решение полностью исключить какой-либо слив радиоактивных отходов в окружающую среду. Для этого была поставлена задача разработать завод третьего поколения РТ-2 по упрощённому PUREX процессу [2]. США отказались от массовой переработки и большую часть отработанного ядерного топлива хранят в хранилищах.

Следующий Метод – высокотемпературного окисления. Этот метод предполагает прямое воздействие на радиоактивные отходы высокотемпературными окислителями, что позволяет окислителям расщеплять их на различные безвредные вещества. Поскольку радиоактивные элементы в ядерных отходах разложились, риска повторного выброса нет. Можно сказать, что по сравнению с предыдущими методами этот метод более безопасен. Однако, поскольку метод позволяет сжигать, вредные вещества, содержащиеся в

радиоактивных отходах, это означает, что он должен обладать высокими требованиями к оборудованию и требует много энергии, а также должен выполняться при соблюдении строгих норм. Эта технология вызывает беспокойство у населения многих стран, поскольку людей волнует проблема образовавшихся выбросов в атмосферу после сжигания [3].

Утилизация радиоактивных отходов сталкивается с географическими, экономическими и политическими проблемами, которые требуют от международного сообщества расширения исследований и сотрудничества в области утилизации радиоактивных отходов, чтобы совместно обеспечить эффективное и безопасное использование ядерной энергии. Важной проблемой также является долгосрочное хранение и обращение с отходами, так как многие радиоактивные элементы обладают длительным периодом полураспада. Это требует долгосрочного обеспечения безопасности и контроля над хранилищами. Также существует общественный страх и недовольство, связанные с ядерной энергетикой и её отходами, что может создать давление на политиков и компании в сфере ядерной энергетики.

### **Заключение**

Таким образом, утилизация ядерных отходов – актуальная и сложная проблема в современной ядерной энергетике. Решение этой проблемы требует комплексного и долгосрочного подхода. Во-первых, это сложный процесс, требующий всестороннего учёта множества факторов, таких как безопасность, защита окружающей среды, экономика и т.д. Во-вторых, постоянное совершенствование и внедрение инноваций в технологии переработки радиоактивных отходов требует больших инвестиций и человеческих ресурсов. Наконец, международное сотрудничество также является важной движущей силой развития технологий переработки радиоактивных отходов. Необходимо инвестировать в исследования и разработку новых методов утилизации и переработки радиоактивных отходов, улучшить системы хранения и контроля, а также работать над укреплением доверия общества к ядерной энергетике через образование и информирование. Решение этих проблем важно для обеспечения стабильного и устойчивого развития атомной энергетики и для минимизации её воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

### **Литература**

1. Хранение отработавшего топлива до отправки на переработку или захоронение серия изданий МАГАТЭ по ядерной энергии, № nf-t-3.3.
2. Серия норм безопасности МАГАТЭ No. GSG-1 Safety Standards Series.
3. Переработка отработанного ядерного топлива [Электронный ресурс] / Ядерное топливо. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/588877/>. – Дата доступа 21.10.2023.