

УДК 621

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РОССИИ**

Ильенко Р.А., студент гр. АЭб-211, II курс  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

В России ядерные технологии имеют огромное значение для развития науки, промышленности и экономики. Они используются в различных отраслях, начиная от энергетики до медицины и науки о материалах. Россия является одной из ведущих стран в области ядерных технологий, и перспективы их развития в стране крайне важны. В этой статье рассмотрены области применения ядерных технологий в России и перспективы их использования.

Первой областью применения, а также одной из основных ядерных технологий в России является ядерная энергетика. В настоящее время Россия располагает 10 энергоблоками на основе реакторов ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200, которые обеспечивают около 20% электроэнергии в стране. Кроме того, Россия активно развивает технологии маломощных ядерных реакторов, которые могут использоваться в удаленных и труднодоступных регионах. Эти технологии могут помочь обеспечить электроэнергией отдаленные населенные пункты, а также использоваться в производстве водорода.

В России существует множество программ развития маломощных ядерных реакторов, которые могут использоваться для различных целей, таких как генерация электроэнергии, производство тепла и привода судов.

Один из таких проектов – это маломощный ядерный реактор "Ритм-200", который предназначен для генерации электроэнергии мощностью 200 кВт. Он может использоваться для обеспечения электричеством удаленных населенных пунктов, мобильных объектов, а также для промышленных и научных целей. "Ритм-200" работает на урановом топливе и может функционировать до 10 лет без перезагрузки.

Еще одним проектом является "Ядерный ледокол", разработанный для обеспечения надежного и безопасного прохождения судов через Арктический океан. Ядерный ледокол оснащен маломощным реактором, который обеспечивает его энергией на протяжении всего пути.

Кроме того, в России разрабатываются маломощные ядерные реакторы для космических аппаратов. Например, "Топаз-1" – это маломощный ядерный реактор, который позволяет космическому аппарату функционировать на орбите в течение десяти лет без необходимости замены топлива.

Также существуют проекты маломощных ядерных реакторов, которые могут использоваться для производства тепла в отдаленных регионах.

Например, "Кварковый реактор" разрабатывается для производства тепла в условиях отсутствия электричества. Он работает на основе ядерного синтеза и не имеет высокотемпературных элементов, что позволяет существенно снизить риски аварий.

В целом, разработка маломощных ядерных реакторов в России направлена на создание экологически чистых и эффективных источников энергии для различных целей. Однако, стоит отметить, что ядерная энергетика требует высокого уровня безопасности и контроля, чтобы предотвратить возможные аварии и минимизировать риски для окружающей среды [1].

Второй областью применения ядерных технологий является медицина. В России ядерная медицина имеет давнюю историю, и сегодня она является важным направлением медицинской науки и практики. Россия активно развивает производство радиофармпрепаратов, которые используются для диагностики и лечения рака, а также других заболеваний. Эта отрасль имеет большой потенциал для развития и экспорта продукции.

Одним из наиболее распространенных методов ядерной медицины является радионуклидная диагностика, включающая в себя использование радиоактивных изотопов для визуализации внутренних органов и тканей. Для этой цели используется специальное оборудование, такое как гамма-камеры, позитронно-эмиссионные томографы и компьютерные томографы. Эти методы позволяют получить подробную информацию о структуре и функции органов и тканей, что помогает диагностировать заболевания, такие как рак, инфаркт, болезни сердца и др.

Ядерная медицина также используется для лечения заболеваний. Например, радиотерапия – это метод лечения рака, в котором используется лучевое облучение радиоактивными изотопами для уничтожения злокачественных клеток. В России также используется метод брэхитерапии, при котором радиоактивный материал помещается внутрь или рядом с опухолью, что позволяет более точно и эффективно направить облучение на опухоль, минимизируя воздействие на здоровые ткани [2].

Кроме того, в России также разрабатываются новые методы ядерной медицины, например, методы маркировки биомолекул радиоизотопами для диагностики и лечения различных заболеваний.

В России также проводятся научно-исследовательские работы в области ядерной медицины, направленные на разработку новых радиоактивных изотопов, методов диагностики и лечения заболеваний, а также на улучшение существующих методов.

Таким образом, ядерная медицина является важной областью медицины в России, которая имеет давнюю историю и продолжает развиваться, чтобы обеспечить высокий уровень диагностики и лечения заболеваний пациентов. Вместе с тем, использование радиоактивных материалов в медицине требует высокого уровня безопасности и контроля, чтобы минимизировать риски для здоровья людей и окружающей среды.

Третья область применения – это применение в науке о материалах. Ядерные технологии используются для исследования структуры и свойств материалов. Например, в России создан уникальный синхротронный источник света, который позволяет изучать структуру материалов на молекулярном уровне. Это открывает новые возможности для разработки новых материалов и технологий, которые могут быть использованы в различных отраслях промышленности, таких как авиация, космическая промышленность, электроника и т.д.

Рассмотрим некоторые из основных методов исследования материалов, основанных на ядерных технологиях.

Рентгеновская дифрактометрия (XRD) – это метод анализа кристаллических материалов, основанный на измерении углов отражения рентгеновских лучей на атомах внутри кристаллической решетки.

Основной принцип метода заключается в том, что рентгеновские лучи, попадая на кристаллическую решетку, испытывают дифракцию, то есть отклоняются от своего первоначального направления, и при этом образуют интерференционную картину, которая зависит от параметров решетки и химического состава образца.

Рентгеновская дифрактометрия позволяет исследовать кристаллические материалы и определять их структуру, ориентацию и компонентный состав. Данный метод широко используется в материаловедении, геологии, биохимии и многих других областях науки и техники.

Для проведения эксперимента по рентгеновской дифрактометрии обычно используют рентгеновский дифрактометр. Это устройство состоит из источника рентгеновского излучения, образца и детектора. Источник излучения выделяет рентгеновские лучи, которые проходят через коллиматор и попадают на образец. Образец может быть предварительно обработан, чтобы получить монокристаллы, порошки или тонкие пленки.

После прохождения через образец рентгеновские лучи попадают на детектор, который регистрирует дифракционную картину. Измеряя углы отражения и интенсивность отраженных лучей, можно определить параметры решетки и структуру кристаллического материала.

Результаты рентгеновской дифрактометрии могут быть представлены в виде дифракционной картины, графиков зависимости интенсивности отраженных лучей от углов отражения, а также численных значений параметров решетки и структуры кристалла [3].

Нейтронная дифрактометрия - это метод исследования структуры материалов, который основан на использовании нейтронов в качестве зондирующих частиц. Нейтроны имеют определенную длину волны и взаимодействуют с атомами материала, проходя через него. В процессе прохождения нейтроны изменяют направление своего движения, что позволяет получить информацию о расположении атомов внутри материала.

Для проведения нейтронной дифрактометрии используются нейтронные дифрактометры – специальные приборы, которые генерируют пучки нейтро-

нов и направляют их на исследуемый материал. Различные типы дифрактометров могут использоваться для исследования разных типов материалов и различных аспектов их структуры.

Нейтронная дифрактометрия широко применяется в различных областях науки и технологии, включая материаловедение, физику твердого тела, биологию, химию и другие. Она позволяет получать информацию о расположении атомов и молекул внутри материалов с высокой точностью, что делает этот метод очень ценным для исследования структуры различных материалов и процессов, происходящих в них [4].

**Методы ионной и электронной микроскопии** используются для исследования структуры материалов на микро- и наноуровне. Эти методы основаны на использовании ионов и электронов в качестве зондирующих частиц, которые взаимодействуют с атомами и молекулами материала, создавая изображение его структуры.

Ионная микроскопия с помощью ядерных технологий использует ионы, такие как протоны, гелиевые ядра или ионы ксенона, которые ускоряются до высоких энергий и направляются на исследуемый образец. Когда ионы сталкиваются с атомами материала, они могут пройти через образец или отклониться от него, что позволяет получить информацию о его структуре. Измерение угла и энергии рассеяния ионов позволяет определить форму, размер и расположение объектов на поверхности образца. Также ионная микроскопия может использоваться для анализа химического состава материалов, поскольку ионы могут стимулировать эмиссию рентгеновских лучей, которые связаны с характеристиками химических элементов [5].

Электронная микроскопия с помощью ядерных технологий использует электроны, которые ускоряются до высоких энергий и направляются на образец. Когда электроны сталкиваются с атомами материала, они могут отразиться или рассеяться, создавая картину его структуры. Электронная микроскопия позволяет получать изображения объектов с очень высоким разрешением, что делает ее очень ценным инструментом для исследования микроструктуры материалов на наноуровне [6].

В обоих методах используются специальные микроскопы, которые генерируют пучки ионов или электронов и направляют их на образец. Образец может быть вакуумирован или находиться в газовой среде, которая позволяет снизить воздействие окружающей среды на измерения.

Магнитный резонанс – это метод, который используется для изучения структуры и свойств молекул и материалов. Он основан на использовании магнитного поля для регистрации сигналов, исходящих от ядерных спинов внутри образца материала. Этот метод может использоваться для изучения свойств материал.

Однако развитие ядерных технологий также сопряжено с рисками и вызывает опасения в мировом сообществе. Недавние события в Чернобыле и Фукусиме напоминают о том, что ядерная энергетика является опасной отраслью, требующей постоянного внимания и строгого контроля. Россия ведет

активную политику по повышению безопасности на своих ядерных объектах, но это не исключает возможности возникновения аварий.

В целом, перспективы развития ядерных технологий в России очень важны для будущего экономического и научного развития страны. Эти технологии имеют большой потенциал для использования в различных отраслях промышленности и науки, что может способствовать совершенствованию существующих технологий и созданию новых. При этом необходимо уделять особое внимание безопасности и риску, связанными с использованием ядерных технологий.

Выражаю благодарность за научное руководство Черниковой Татьяне Макаровне, профессору Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева.

### Список литературы:

1. Общая энергетика : учебник : в 2 книгах:/ В. П. Горелов, С. В. Горелов, В. С. Горелов [и др.] ; под ред. В. П. Горелова, Е. В. Ивановой. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – Книга 1. Альтернативные источники энергии. – 435 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447693> (дата обращения: 22.03.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-5763-8. – DOI 10.23681/447693. – Текст : электронный.

2. Скуридин, В. С. Методы и технологии получения радиофармпрепаратов : учебное пособие / В. С. Скуридин ; Национальный исследовательский Томский государственный университет. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2013. – 140 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442806> (дата обращения: 22.03.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4387-0339-6. – Текст : электронный.

3. Блееман, А. И. Теоретические основы методов исследования наноматериалов : учебное пособие / А. И. Блееман, В. В. Даньшина, Д. А. Полонянкин ; Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 78 с. : табл., схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493262> (дата обращения: 22.03.2023). – Библиогр.: с. 69. – ISBN 978-5-8149-2506-0. – Текст : электронный.

4. Пирогов, А. Н. Структурная и магнитная нейтронография : учебное пособие / А. Н. Пирогов, М. А. Сёмкин ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2020. – 175 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=699109> (дата обращения: 22.03.2023). – ISBN 978-5-7996-3038-6. – Текст : электронный.

5. Вознесенский, Э. Ф. Методы структурных исследований материалов. Методы микроскопии : учебное пособие / Э. Ф. Вознесенский, Ф. С. Шарифуллин, И. Ш. Абдуллин ; Министерство образования и науки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 184 с. : табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428294> (дата обращения: 22.03.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1545-7. – Текст : электронный.

6. Филимонова, Н. И. Методы электронной микроскопии : учебное пособие : [16+] / Н. И. Филимонова. – Новосибирск : Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2016. – 61 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=694666> (дата обращения: 22.03.2023). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.