

THE ROLE OF NUCLEAR PHYSICS IN MEDICINE AND ITS MODERN APPLICATIONS

Sheraliyev Mashrab Umurzakovich

PhD, Assistant, Department of Information Technologies,
Biophysics and Medical Physics, Samarkand State Medical University

Abstract

This article examines the fundamental concepts of nuclear physics and their applications in modern medicine. The effects of ionizing radiation, radioactive decay, and nuclear processes on biological systems are analyzed from a scientific perspective. Diagnostic and therapeutic methods based on nuclear physics are discussed, including computed tomography (CT), positron emission tomography (PET), and radiotherapy. In addition, the advantages, existing challenges, and future prospects of this field are considered. The results indicate that nuclear physics is one of the key scientific disciplines contributing to the high accuracy and effectiveness of modern medical practice.

Keywords: nuclear physics, ionizing radiation, radioactivity, dosimetry, radiotherapy, PET, CT, nuclear medicine

ЗНАЧЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ В МЕДИЦИНЕ И ЕЁ СОВРЕМЕННЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Шералиев Машраб Умурзакович

PhD, ассистент кафедры информационных технологий,
биофизики и медицинской физики, Самаркандский государственный
медицинский университет

Аннотация

В данной статье рассматриваются основные понятия ядерной физики и их применение в современной медицине. Научно обосновано влияние ионизирующего излучения, радиоактивного распада и ядерных процессов на биологические системы. Проанализированы диагностические и терапевтические методы, основанные на ядерной физике, включая компьютерную томографию, позитронно-эмиссионную томографию и радиотерапию. Также рассмотрены преимущества, существующие проблемы и перспективы развития данной области. Результаты показывают, что ядерная физика является одним из ключевых научных направлений, обеспечивающих высокую точность и эффективность современной медицины.

Ключевые слова: ядерная физика, ионизирующее излучение, радиоактивность, дозиметрия, радиотерапия, ПЭТ, КТ, ядерная медицина

Введение

Современная медицина представляет собой высокотехнологичную систему, направленную на глубокое изучение организма человека и раннюю диагностику заболеваний. В этом процессе важную роль играют достижения фундаментальных наук, особенно ядерной физики. Ядерная физика изучает процессы, происходящие в атомном ядре, закономерности радиоактивного распада и свойства ионизирующего излучения. Эти явления приводят к образованию излучения, которое взаимодействует с живыми тканями и вызывает изменения на клеточном и молекулярном уровнях.

Именно благодаря этим свойствам были разработаны современные методы диагностики и лечения. Таким образом, ядерная физика является не только теоретической дисциплиной, но и важной основой практической медицины.

Теоретические основы и методология

Ядерная физика изучает структуру атомного ядра и процессы, происходящие внутри него. Ядро состоит из протонов и нейтронов, связанных сильным ядерным взаимодействием. Нестабильные ядра подвергаются радиоактивному распаду, сопровождающемуся выделением энергии и излучения. Радиоактивный распад подчиняется экспоненциальному закону и характеризуется периодом полураспада. Этот параметр имеет важное значение в медицине, поскольку определяет время действия радиоактивных препаратов в организме.

Ионизирующее излучение, взаимодействуя с веществом, вызывает ионизацию атомов. В биологических тканях это приводит к образованию свободных радикалов, которые повреждают ДНК и другие молекулы. Биологическое воздействие излучения осуществляется двумя путями: прямым (повреждение ДНК) и косвенным (через свободные радикалы). Эти механизмы лежат в основе методов лучевой терапии.

Результаты

Технологии, основанные на ядерной физике, широко применяются в медицине и обеспечивают значительные достижения. Рентгенография и компьютерная томография позволяют получать детальные изображения внутренних органов. Эти методы основаны на различии поглощения излучения различными тканями. Позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) и

однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) позволяют изучать функциональное состояние организма. Эти методы используют радиоактивные изотопы для анализа метаболических процессов. Лучевая терапия является одним из наиболее важных методов лечения, основанных на ядерной физике. Она направлена на разрушение опухолевых клеток за счёт повреждения их ДНК.

Практические результаты показывают, что применение ядерной физики значительно повысило точность диагностики и эффективность лечения.

Обсуждение

Основным преимуществом применения ядерной физики в медицине является высокая точность и неинвазивность диагностики. Эти методы позволяют исследовать организм без хирургического вмешательства. Кроме того, методы ядерной медицины дают возможность изучать не только структуру, но и функции органов, что позволяет выявлять заболевания на ранних стадиях. Однако существуют и определённые проблемы. Ионизирующее излучение при превышении допустимых доз может оказывать вредное воздействие на организм. Поэтому необходим строгий контроль дозы. Также значительным ограничением является высокая стоимость оборудования. Кроме того, проблема утилизации радиоактивных отходов остаётся актуальной.

Сложность биологических систем затрудняет точное прогнозирование воздействия излучения, что требует индивидуального подхода к каждому пациенту.

Современные направления развития

В настоящее время активно развиваются новые технологии, основанные на ядерной физике. Протонная терапия позволяет более точно воздействовать на опухоли. Разрабатываются новые радиофармацевтические препараты, обладающие избирательным действием. Использование искусственного интеллекта повышает точность анализа медицинских изображений.

В будущем ожидается дальнейшее повышение эффективности и безопасности данных технологий.

Заключение

Ядерная физика является неотъемлемой частью современной медицины. Она играет важную роль в диагностике и лечении заболеваний, обеспечивая высокую точность и эффективность медицинских процедур.

В то же время использование ионизирующего излучения требует строгого соблюдения мер безопасности. В дальнейшем развитие ядерной физики и её

интеграция с медициной будут способствовать созданию новых инновационных технологий.

Список литературы

1. Zhumanov S., Sheraliyev M.U. *The validity of the BCS-like theory of Fermi-liquid superconductivity in overdoped cuprates* // IV International Scientific Forum “Nuclear Science and Technologies”. – Almaty, Kazakhstan, 2022.
2. Dzhumanov S., Sheraliyev M.U. *The BCS-like theory of Fermi-liquid superconductivity in overdoped cuprates* // AIP Conference Proceedings. – 2024. – Vol. 3020. – 030002. DOI: 10.1063/5.0193038
3. Krane K. *Introductory Nuclear Physics*. – New York: Wiley, 1987.
4. Podgorsak E. B. *Radiation Physics for Medical Physicists*. – Berlin: Springer, 2010. – DOI: 10.1007/978-3-642-00875-7.
5. Johns H., Cunningham J. *The Physics of Radiology*. – Springfield: Charles C Thomas, 1983.
6. International Atomic Energy Agency (IAEA). *Radiation in Medicine* [Электронный ресурс]. – Vienna: IAEA. – URL: <https://www.iaea.org/topics/radiation-in-medicine> (дата обращения: 29.04.2026).
7. World Health Organization (WHO). *Radiation and Health* [Электронный ресурс]. – Geneva: WHO. – URL: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/radiation-and-health> (дата обращения: 29.04.2026).