УДК 616-006 https://doi.org/10.33619/2414-2948/132/22

ПЕРСПЕКТИВЫ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В БОРЬБЕ С ОНКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

©**Рзаев О. Р**., *ORCID: 0009-0007-6377-255X, Нахчыванский государственный университет, г. Нахчыван, Азербайджан, oktay_rzaev@mail.ru*
©**Мамедли Р**., *ORCİD: 0009-0007-3333-5658, Нахчыванский государственный университет, г. Нахчыван, Азербайджан, raufmamedli@ndu.edu.az*

PROSPECTS FOR NUCLEAR TECHNOLOGİES İN THE FİGHT AGAİNST CANCER

©**Rzayev O**., *ORCID: 0009-0007-6377-255X, Nakhchivan State University, Nakhchivan, Azerbaijan, oktay_rzayev@mail.ru*
©**Mamedlı R**., *ORCİD: 0009-0007-3333-5658, Nakhchivan State University, Nakhchivan, Azerbaijan, raufmamedli@ndu.edu.az*

Аннотация. Рассматриваются современные достижения и ключевые перспективы ядерной медицины как одного из наиболее высокотехнологичных и эффективных инструментов в комплексной борьбе с онкологическими заболеваниями. Проведен подробный анализ глобальных тенденций роста заболеваемости злокачественными новообразованиями на основе актуальных данных Всемирной организации здравоохранения. Особое внимание уделено тому, как современный уровень развития науки и техники формирует благоприятные условия для синергетического взаимодействия атомной энергетики и клинической медицины. В качестве основных стратегических инструментов достижения целей выделяются масштабное увеличение производства медицинских радионуклидов, модернизация инфраструктуры специализированных центров и внедрение передового оборудования. Рассмотрены технологические аспекты наработки радиофармацевтических препаратов, включая задействование потенциала отечественных атомных электростанций, таких как Ленинградская АЭС. Подробно освещены инновационные подходы, включая методы позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ), концепцию тераностики, а также таргетную терапию с применением альфа- и бета-излучателей.

Abstract. The article discusses modern achievements and key prospects of nuclear medicine as one of the most high-tech and effective tools in the comprehensive fight against oncological diseases. A detailed analysis of global trends in the growth of malignant neoplasms is carried out based on up-to-date data from the World Health Organization. Special attention is paid to how the modern level of science and technology creates favorable conditions for the synergistic interaction of nuclear energy and clinical medicine. The main strategic tools for achieving the goals are highlighted: a large-scale increase in the production of medical radionuclides, modernization of the infrastructure of specialized centers, and the introduction of advanced equipment. Technological aspects of the production of radiopharmaceuticals, including the utilization of the potential of domestic nuclear power plants such as the Leningrad NPP, are considered. Innovative approaches, including positron emission tomography (PET) methods, the concept of theranostics, and targeted therapy using alpha and beta emitters, are covered in detail.

Тип лицензии CC: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Т. 12. №11 2026
https://doi.org/10.33619/2414-2948/132

Ключевые слова: ядерная медицина, онкология, радиофармпрепараты, тераностика, изотопы, позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ), мирный атом, Ленинградская АЭС.

Keywords: nuclear medicine, oncology, radiopharmaceuticals, theranostics, isotopes, positron emission tomography (PET), peaceful atom, Leningrad NPP.

Современная медицина стоит перед лицом глобального вызова: неуклонный рост онкологических заболеваний требует внедрения принципиально новых, высокотехнологичных методов диагностики и терапии [2].

Атомная индустрия, изначально развивавшаяся в энергетических и оборонных целях, в XXI веке стала мощным драйвером развития медицинской науки [5].

Развитие технологий «мирного атома» открывает беспрецедентные возможности для визуализации опухолевых процессов на клеточном уровне и их направленного разрушения с минимальным воздействием на здоровые ткани [2, 5].

Согласно докладу, опубликованному Всемирной организацией здравоохранения 8 июля 2026 г., к 2050 г. прогнозируется значительный рост заболеваемости раком. Согласно приводимым данным, ежегодно в мире регистрируется 20,6 млн случаев заболевания и 10 млн смертей. Динамика обретает катастрофические масштабы, поскольку проблема может коснуться 92 % населения через членов семей; так, ожидается рост до 35 млн случаев в год [1].

Безусловно, для решения этой задачи требуется масштабный подход к совершенствованию уже имеющихся методов и применение дополнительных комплексных решений. Посредством модернизации медицинских центров, основанных на инновационных технологиях, требуется многократно увеличить качество диагностики и доступность своевременной терапии раковых опухолей [2].

Настоящее исследование рассматривает достижения атомной индустрии как один из перспективных механизмов борьбы с онкологическими заболеваниями. Как известно, со второй половины XX века большое количество стран стремительно увеличивали долю атомной генерации электроэнергии в своей энергосистеме. Еще одной важной сферой применения являлось наращивание военно-промышленного потенциала страны за счет разработки ядерного оружия [5].

Однако еще раньше были известны лечебные свойства радиоактивности. В 1901 году был применен радий французами Данло и Блок для борьбы с кожным туберкулезом. А в 1913 году появился метод меченых атомов. В настоящее время уделяется особое внимание применению радиоактивных веществ для диагностики и терапии. Это высокотехнологичное направление современной медицины называется ядерной медициной и активно внедряется для лечения пациентов с онкологическими заболеваниями [2].

В зависимости от характера решаемых задач применяются радиоактивные вещества определенного вида излучения: альфа-, бета- или гамма-излучение. При этом альфа-излучение представляет собой поток тяжелых положительно заряженных частиц с высокой разрушительной силой на короткой дистанции, бета-излучение — поток электронов или позитронов средней проникающей способности, а гамма-излучение — высокочастотное электромагнитное излучение с высокой проникающей способностью, используемое преимущественно для внешней визуализации и диагностики [11, 12].

Ядерная медицина предлагает качественно новые решения в диагностике и терапии при профилактических мероприятиях по онкологическим заболеваниям [2].

В диагностике используют бета-излучатели, такие как фтор-18, углерод-11 с периодом полураспада от нескольких секунд до часа, и гамма-излучатели: молибден-99, технеций-99,

Тип лицензии CC: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Т. 12. №11 2026
https://doi.org/10.33619/2414-2948/132

йод-123 с периодом полураспада от нескольких минут до суток. Введение внутрь организма радионуклидов в диагностических целях подразумевает использование их в качестве метки для обнаружения опухолей. После введения в организм пациента радионуклида происходит его распределение, после чего на экране томографа отслеживается функционирование тех или иных систем.

В настоящее время применяются все более новые и сложные препараты. К таковым следует отнести меченую глюкозу, один гидроксил которой заменяется на радиоактивный фтор-18, или называемую фтордезоксиглюкозу. Она является стандартным препаратом для позитронно-эмиссионной томографии. Принцип действия позитронно-эмиссионной томографии заключается во введении фтора-18 в организм, который ведет себя приблизительно так же, как и глюкоза. Он сильно накапливается в опухолевых тканях, далее происходит распад фтора-18 с испусканием позитрона. Используемая кольцевая система детекторов регистрирует сигнал. Таким способом получается изображение, а именно обеспечивается визуализация опухоли.

Необходимо также отметить наличие принципиального преимущества ядерной медицины перед рентгеновскими методами воздействия на человека. Ядерная медицина позволяет исследовать физиологию, изучая процессы и свойства, а также анализируя работу определённой системы. В случае использования рентгена компьютер отображает анатомию, описывая размеры и форму объекта. Тем не менее, на практике эти два метода соединяются: ПЭТ совмещается с рентгеновским изображением. Это позволяет определить местонахождение и характер опухоли.

Диагностика, несомненно, имеет важное значение в профилактике и выявлении заболеваний. Однако роль терапии безусловно сложно оценить в оздоровлении пациента [2].

В терапии на ежедневной основе используются бета-излучатели йод-131, самарий-153 и альфа-излучатели актиний-225, висмут-213, радий-223 [4, 13].

Особенность ядерной терапии с помощью радионуклидов заключается в том, что радиоактивный изотоп является поражающим фактором. Его излучение служит для уничтожения опухоли. Активно применяются бета-излучатели, например, лютеций-177 [4, 7, 14].

Однако в наши дни наблюдается большой интерес к использованию альфа-частиц. Применение радия-223 считается перспективным направлением. Альфа-частицы характеризуются низкой проникающей способностью, что обуславливает точечное воздействие на саму опухоль без повреждения здоровых тканей. С их помощью передается большой объем энергии на гораздо меньшем расстоянии пробега частицы. Соответственно, это открывает возможность поражать единичные клетки и даже кластеры клеток. Данное направление ядерной медицины имеет значительные перспективы, поскольку позволяет поражать наиболее опасные, малые по размеру, зараженные клетки. Более того, особое внимание уделяется комбинированию этих методов. Сочетание терапии и диагностики дало рождение тераностике — одному из важнейших подходов современной медицины. В этом случае используются радионуклиды, имеющие несколько видов излучения. Метод целесообразно применять, когда необходимо изучить и понять реакцию организма пациента на конкретный препарат [4].

Важно отметить, что получение самих радиоактивных веществ не является непростой задачей. Для этого нужен исследовательский ускоритель или энергетический реактор, используемые для наработки радионуклидов при ведущей роли научно-исследовательских центров. В наши дни для получения исходного сырья – радиоизотопов, кроме исследовательских реакторов, активно внедряются энергетические реакторы. Одна из

Тип лицензии CC: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Т. 12. №11 2026
https://doi.org/10.33619/2414-2948/132

крупнейших в России, Ленинградская атомная электростанция, является не только источником электрической энергии, но и решает вопросы, касающиеся здравоохранения. Именно здесь осуществляется полный цикл производства медицинских изотопов: от облучения до отправки готовой продукции. Активная зона РБМК — реактора большой мощности канального типа на станции, состоящая из топливных стержней, также успешно используется для облучения материала. Начиная с 2024 года, на электростанции получена опытная партия изотопа самария-153 (Sm-153). Однако производимые изотопы в реакторах, как в исследовательских, так и в энергетических, являются первичным сырьем. Для получения готовых радиофармацевтических лекарственных препаратов требуется переработка [3].

Этим занимаются крупные исследовательские центры. Одним из таких центров, добившихся колоссальных успехов в производстве фармацевтических препаратов и в целом внесших вклад в развитие ядерных технологий и ядерной медицины, является Томский политехнический университет. Имея в своем распоряжении уникальный действующий вузовский исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т, ТПУ активно занимается наработкой радиоизотопной продукции [7, 11, 15].

Большим достижением ученых политеха стала разработка и внедрение альтернативной технологии получения лютеция-177 [7].

В отличие от классических методов, томская технология позволяет получать чистый лютеций-177, что минимизирует лучевую нагрузку на здоровые ткани [11].

Кроме того, на реакторе ТПУ запущены специализированные комплексы для производства препарата [15].

Препараты на основе лютеция-177 успешно применяются совместно с Томским НИМЦ для таргетной терапии рака и нейроэндокринных опухолей в рамках отечественной концепции тераностики [14, 16, 17].

Также произведенный на Ленинградской АЭС самарий-153 поставляется в НИФХИ имени Карпова [3, 8].

Здесь на базе Самария-153 (Sm-153) изготавливается препарат «Самарий Оксибофор», период полураспада которого составляет всего 46 часов. Препарат на его основе применяется для снижения болевого синдрома и торможения метастазов в костной ткани. Преимуществами терапии с помощью изотопа Самарий-153 (Sm-153) являются: быстрое обезболивание; возможность визуализации; безопасность при обширном поражении скелета; предсказуемые побочные эффекты; удобство комбинации с другими методами. Применяется для лечения рака молочной железы, рака предстательной железы, рака легких. В НИФХИ имени Карпова имеется собственное производство как йода-131 (I-131), так и самария-153 (Sm-153), их производство поставлено на поток. Для производства готовых радиофармпрепаратов строится завод в Обнинске, который, как предполагается, может стать крупнейшим в Европе [8].

Необходимо отметить также, что существенным недостатком применения радиофармацевтических лекарственных препаратов для лечения пациентов является логистика. Малый период полураспада создает существенные проблемы с доставкой с места производства и переработки непосредственно к пациенту. В связи с этим наметился тренд на синтез препаратов непосредственно врачами в клинических центрах. При наличии изотопа, в соответствии с инструкцией, получают готовый препарат и вводят в организм пациента. Также практикуется производство изотопов квалифицированными медицинскими инженерами непосредственно в генераторах, при их наличии. Активно применяются генераторы технеция для получения технеция-99m, который применяется в 80% случаев в позитронно-эмиссионной томографии [6, 9].

Тип лицензии CC: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Т. 12. №11 2026
https://doi.org/10.33619/2414-2948/132

Одним из мировых флагманов в развитии ядерной медицины смело считается центр в Димитровграде [2].

Особую роль в подготовке кадров, научно-техническом и исследовательском потенциале играет НИЯУ МИФИ [10].

Существенными недостатками ядерной медицины можно выделить низкие темпы развития. Несмотря на то, что методы брахитерапии или применения I-131 для лечения опухолей были известны еще в начале прошлого века, дороговизна оборудования и отсутствие у многих стран доступа к мирным ядерным технологиям оказывают значительное торможение этой отрасли [2].

Даже при наличии мощной атомной электростанции необходимы титанические усилия и инвестиции для построения целой экосистемы с заводом и клиникой для пациента [3, 5].

Центральной проблемой, остро стоящей перед перспективами, является наличие подготовленных кадров. Медицинский персонал нового уровня является драйвером роста новой отрасли. Способность медицинского сотрудника своевременно проанализировать ситуацию и принять решение определяет эффективность работы медицинского оборудования и здоровье пациента [10].

Устрашающий прогноз ВОЗ насчет вероятного увеличения числа больных к 2050 году может быть скорректирован решением COP-28 о роли и месте ядерной энергии в 2050 году [1, 5].

Концепция утроения мощности предполагает не только количественные параметры увеличения генерируемой энергии, но и модернизацию парка реакторов. Перспективными рассматриваются поколения 3+ и развитие малых и микрореакторов, а также вывод из эксплуатации реакторов старого поколения, в том числе таких, как РБМК.

В таком случае в рамках данного исследования было бы целесообразно:

- во-первых, массово использовать выведенные из эксплуатации реакторы исключительно в производстве радиоактивных изотопов. Приостановка производства по экологическим соображениям не исключает возможности реализации в гуманитарных целях, коими является решение острых вопросов здравоохранения.

- во-вторых, возможно на международной основе закрепить законодательно обязательство каждой АЭС производить определенное количество радионуклидов как своего рода инвестиции в будущее, идущее на нужды лечения онкологических заболеваний [3, 5].

Заключение

Подводя итог проведенному исследованию, можно сделать уверенный вывод о том, что глубокая интеграция ядерных технологий в современную клиническую практику выступает одним из ключевых драйверов повышения общей выживаемости и качества жизни пациентов с онкологическими заболеваниями. Успешное синергетическое сочетание высокоточной ранней диагностики (включая методы ПЭТ) с передовыми терапевтическими подходами, такими как концепция тераностики и использование направленных альфа- и бета-излучателей, открывает принципиально новые горизонты в персонализированной медицине. Опыт работы отечественных атомных предприятий и исследовательских реакторов наглядно подтверждает стратегическую важность выстраивания полного цикла производства медицинских изотопов — от облучения сырья на действующих энергоблоках до синтеза готовых радиофармацевтических препаратов. Реализация масштабных инвестиционных проектов в данной сфере, модернизация инфраструктуры специализированных центров и расширение сети профильных производств позволят существенно улучшить доступность высокотехнологичной медицинской помощи. Важную роль в успешном преодолении

Тип лицензии CC: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Т. 12. №11 2026
https://doi.org/10.33619/2414-2948/132

глобальных вызовов здравоохранения играет международное сотрудничество под эгидой МАГАТЭ, которое активно стимулирует развитие мирных инициатив и вовлечение мирового сообщества в решение актуальных задач ядерной медицины. Комплексное преодоление существующих логистических барьеров, кадрового дефицита и технологических ограничений позволит вывести отрасль на качественно новый уровень, обеспечив эффективную реализацию гуманитарного потенциала атомной энергетики в интересах сохранения здоровья миллионов людей.

Список литературы:

1. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Доклад о глобальной динамике онкологических заболеваний и прогнозах до 2050 года. Женева, 2026.

2. Каприн А. Д., Иванов С. А., Сергиенко В. Б. Ядерная медицина в комплексной диагностике и лечении злокачественных опухолей // Вопросы онкологии. 2021. Т. 67. №3. С. 315-324.

3. Ленинградская АЭС: опыт и перспективы производства медицинских изотопов на базе реакторов РБМК // Атомная энергия. 2024. Т. 136. №2. С. 85-90.

4. Барышников А. Ю. Тераностика в онкологии: от фундаментальных исследований к клинической практике // Вестник РАМН. 2022. Т. 77. №2. С. 112-120.

5. Гагаринский А. Ю., Сидоренко В. А. Развитие ядерных технологий: от энергетических реакторов к мирному многопрофильному применению. М.: ИздАТ, 2020. 312 с.

6. Харченко В. П.,Рожкова Н. И. Позитронно-эмиссионная томография в онкологии.М.: Строка, 2021. 224 с.

7. Шаманин И. В. Разработка и освоение безносительной технологии производства радиоактивного изотопа лютеция-177 на исследовательском реакторе Томского политехнического университета // Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов. 2020. Т. 331. №5. С. 7-15.

8. Федорова Л. И., Коваленко В. В. Опыт применения отечественного препарата «Самарий Оксибофор» в клинической практике // Сибирский онкологический журнал. 2022. Т. 21. №3. С. 75-82.

9. Гребенюк А. Н., Легеза В. И. Логистические аспекты обращения короткоживущих радиофармацевтических препаратов // Военно-медицинский журнал. 2022. Т. 343. №6. С. 55-61.

10. Олейников П. П., Стриханов М. Н. Подготовка элитных инженерных и научных кадров для атомной отрасли и ядерной медицины в НИЯУ МИФИ // Высшее образование в России. 2022. Т. 31. №5. С. 45-56.

11. Гусев Н. Г., Климанов В. А., Машкович В. П., Сухоручкин С. К. Физические основы защиты от излучений и дозиметрия. М.: Энергоатомиздат, 2019. 400 с.

12. Мухин К. Н. Экспериментальная ядерная физика. В 2 т. Т. 1. Физика атомного ядра. М.: Физматлит, 2021. 480 с.

13. Румянцев П. О., Саенко В. А., Румянцева У. В., Чойнзонов Е. Л. Радионуклидная терапия: современное состояние и перспективы развития // Сибирский онкологический журнал. 2023. Т. 22. №1. С. 95-104.

14. Чернов В. И., Брагинский М. Ю., Синилкин И. Г. Клинический опыт применения радиофармацевтических препаратов на основе лютеция-177 в тераностике // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2023. Т. 68. №4. С. 42-50.

Тип лицензии CC: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

15. Долматов О. С., Казбанов В. В., Нестеров Е. А. Исследовательский ядерный реактор ИРТ-Т Томского политехнического университета: модернизация и новые возможности для науки и ядерной медицины // Известия вузов. Физика. 2021. Т. 64. №8. С. 112-119.

16. Чойнзонов Е. Л., Чернов В. И., Стасюк Е. С. Разработка и клиническое применение отечественных радиофармацевтических препаратов для тераностики в Томском НИМЦ // Вопросы онкологии. 2024. Т. 70. №2. С. 240–248.

17. Kulkarni H. R. PSMA Radioligand Therapy: A Revolution in the Precision Radiomolecular Oncology of Prostate Cancer // Beyond Becquerel and Biology to Precision Radiomolecular Oncology: Festschrift in Honor of Richard P. Baum. Cham : Springer International Publishing, 2024. P. 181-185. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33533-4_18

References:

1. Vsemirnaya organizatsiya zdravookhraneniya (2026). Doklad o global'noi dinamike onkologicheskikh zabolevanii i prognozakh do 2050 goda. Zheneva. (in Russian).

2. Kaprin, A. D., Ivanov, S. A., & Sergienko, V. B. (2021). Yadernaya meditsina v kompleksnoi diagnostike i lechenii zlokachestvennykh opukholei. *Voprosy onkologii, 67*(3), 315-324. (in Russian).

3. Leningradskaya AES: opyt i perspektivy proizvodstva meditsinskikh izotopov na baze reaktorov RBMK (2024). *Atomnaya energiya, 136*(2), 85-90. (in Russian).

4. Baryshnikov, A. Yu. (2022). Teranostika v onkologii: ot fundamental'nykh issledovanii k klinicheskoi praktike. *Vestnik RAMN, 77*(2), 112-120. (in Russian).

5. Gagarinskii, A. Yu., & Sidorenko, V. A. (2020). Razvitie yadernykh tekhnologii: ot energeticheskikh reaktorov k mirnomu mnogoprofil'nomu primeneniyu. Moscow. (in Russian).

6. Kharchenko, V. P., & Rozhkova, N. I. (2021). Pozitronno-emissionnaya tomografiya v onkologii. Moscow. (in Russian).

7. Shamanin, I. V. (2020). Razrabotka i osvoenie beznositel'noi tekhnologii proizvodstva radioaktivnogo izotopa lyutetsiya-177 na issledovatel'skom reaktore Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. *Izvestiya TPU. Inzhiniring georesursov, 331*(5), 7-15. (in Russian).

8. Fedorova, L. I., & Kovalenko, V. V. (2022). Opyt primeneniya otechestvennogo preparata «Samarii Oksibofor» v klinicheskoi praktike. *Sibirskii onkologicheskii zhurnal, 21*(3), 75-82. (in Russian).

9. Grebenyuk, A. N., Legeza, V. I. (2022). Logisticheskie aspekty obrashcheniya korotkozhivushchikh radiofarmatsevticheskikh preparatov. *Voenno-meditsinskii zhurnal, 343*(6), 55-61. (in Russian).

10. Oleinikov, P. P., & Strikhanov, M. N. (2022). Podgotovka elitnykh inzhenernykh i nauchnykh kadrov dlya atomnoi otrasli i yadernoi meditsiny v NIYAU MIFI. *Vysshee obrazovanie v Rossii, 31*(5), 45-56. (in Russian).

11. Gusev, N. G., Klimanov, V. A., Mashkovich, V. P., & Sukhoruchkin, S. K. (2019). Fizicheskie osnovy zashchity ot izluchenii i dozimetriya. Moscow. (in Russian).

12. Mukhin, K. N. (2021). Eksperimental'naya yadernaya fizika. V 2 t. T. 1. Fizika atomnogo yadra. Moscow. (in Russian).

13. Rumyantsev, P. O., Saenko, V. A., Rumyantseva, U. V., & Choinzonov, E. L. (2023). Radionuklidnaya terapiya: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya. *Sibirskii onkologicheskii zhurnal, 22*(1), 95-104. (in Russian).

14. Chernov, V. I., Braginskii, M. Yu., & Sinilkin, I. G. (2023). Klinicheskii opyt primeneniya radiofarmatsevticheskikh preparatov na osnove lyutetsiya-177 v teranostike. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost', 68*(4), 42-50. (in Russian).

Тип лицензии CC: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

15. Dolmatov, O. S., Kazbanov, V. V., & Nesterov, E. A. (2021). Issledovatel'skii yadernyi reaktor IRT-T Tomskogo politekhnicheskogo universiteta: modernizatsiya i novye vozmozhnosti dlya nauki i yadernoi meditsiny. *Izvestiya vuzov. Fizika, 64*(8), 112-119. (in Russian).

16. Choinzonov, E. L., Chernov, V. I., & Stasyuk, E. S. (2024). Razrabotka i klinicheskoe primenenie otechestvennykh radiofarmatsevticheskikh preparatov dlya teranostiki v Tomskom NIMTs. *Voprosy onkologii, 70*(2), 240–248. (in Russian).

17, Kulkarni, H. R. (2024). PSMA Radioligand Therapy: A Revolution in the Precision Radiomolecular Oncology of Prostate Cancer. In *Beyond Becquerel and Biology to Precision Radiomolecular Oncology: Festschrift in Honor of Richard P. Baum* (pp. 181-185). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-33533-4_18

Поступила в редакцию
28.08.2026 г.

Принята к публикации
06.09.2026 г.

Ссылка для цитирования:

Рзаев О. Р., Мамедли Р. Перспективы ядерных технологий в борьбе с онкологическими заболеваниями // Бюллетень науки и практики. 2026. Т. 12. №11. С. 187-194. https://doi.org/10.33619/2414-2948/132/22

Cite as (APA):

Rzayev, O., & Mamedlı, R. (2026). Prospects for Nuclear Technologies in the Fight Against Cancer. *Bulletin of Science and Practice, 12*(11), 187-194. (in Russian). https://doi.org/10.33619/2414-2948/132/22

Тип лицензии CC: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)