

СТАНОВЛЕНИЕ, КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ РЫНКА ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ

Formation, Key Features and Trends of the Nuclear Medicine Market

Попова Татьяна Сергеевна,



к.э.н., доцент, доцент кафедры экономики и социально-гуманитарных дисциплин, Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»; г. Волгодонск, Россия, ул. Ленина, д. 73/94

Popova Tatiana Sergeevna,

PhD in Economics, Associate Professor, Associate Professor at Economics and Social and Humanitarian Disciplines Department, Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»; 73/ 94 Lenin Str., Volgodonsk, Russia

Tanya930@rambler.ru

<https://orcid.org/0000-0002-0554-2672>

Зубарева Наталья Николаевна,



д.э.н., доцент, директор, заведующий кафедрой организации, управления и экономики в здравоохранении, Национальный исследовательский медицинский центр реабилитации и курортологии Минздрава России; г. Москва, Россия, ул. Новый Арбат, 32

Zubareva Natalia Nikolaevna,

Doctor of Economics, Associate Professor, Director, Head of the Department of Organization, Management and Economics in Healthcare, National Research Medical Center for Rehabilitation and Balneology of the Ministry of Health of the Russian Federation; Moscow, Russia, Novy Arbat St., 32

zubareva73@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-4872-3377>

Заборский Иван Николаевич,



к.м.н., научный сотрудник, Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба – филиал Национального медицинского исследовательского радиологического центра Минздрава России; Обнинск, Россия; ул. Королева, 4

Zaborskiy Ivan Nikolaevich,

PhD in Medical Sciences, Researcher, A.F. Tsypa Medical Radiological Research Center – branch of the National Medical Research Radiological Center of the Ministry of Health of the Russian Federation; 4, Koroleva St., Obninsk, Russia

i.zaborskii@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-5988-8268>

Объектом исследования в работе выступает рынок ядерной медицины. Ядерную медицину можно рассматривать как возможность применения «мирного атома» (радионуклидов) для диагностической визуализации и радиационной терапии различных заболеваний. Актуальность исследования объясняется тем фактом, что в современных условиях ядерные медицинские технологии представляют особый интерес как один из сегментов роста российской и мировой экономики, кроме того, ядерная медицина сегодня находится в числе самых перспективных направлений здравоохранения. Основная цель исследования – представить краткий обзор текущей ситуации на рынке ядерной медицины, описать основные этапы становления и эволюционного развития данного рынка, выявить ключевые тенденции на нем, дать характеристику главным рыночным сегментам, определив присущие рынку особенности и отличительные черты, обусловленные применением специфических технологий и необходимостью соблюдения строгих норм безопасности. В ходе исследования выявлено, что такие факторы, как ежегодное увеличение числа онкопатологий, высокая точность радиоизотопной диагностики, постоянное совершенствование методов ядерной медицины, рост числа центров ядерной медицины, государственная поддержка отрасли обуславливают важность и значимость изучения рынка ядерной медицины и происходящих на нем процессов.

Ключевые слова: инновационная медицина; медицинский маркетинг; медицинские услуги; рынок ядерной медицины; атомная отрасль.

The object of research in this work is the nuclear medicine market. Nuclear medicine can be considered as an opportunity to use a «peaceful atom» (radionuclides) for diagnostic imaging and radiation therapy of various diseases. The relevance of the study is explained by the fact that in modern conditions nuclear medical technologies are of particular interest as one of the growth segments of the Russian and global economies, in addition, nuclear medicine is among the most promising areas of healthcare today. The main purpose of the study is to provide a brief overview of the current situation in the nuclear medicine market, describe the main stages of the formation and evolutionary development of this market, identify key trends in it, characterize the main market segments, identifying the market's inherent features and distinctive features due to the use of specific technologies and the need to comply with strict safety standards. The study revealed that factors such as an annual increase in the number of cancer pathologies, high accuracy of radioisotope diagnostics, continuous improvement of nuclear medicine methods, an increase in the number of nuclear medicine centers, and government support for the industry determine the importance and significance of studying the nuclear medicine market and the processes taking place in it.

Keywords: innovative medicine; medical marketing; medical services; nuclear medicine market; nuclear industry.

Введение (Introduction)

Растущий спрос на ядерную медицину, который влечет за собой использование радиоактивных материалов в терапевтических и диагностических целях в области радиологии, обусловлен ее способностью точно определять структуру и функцию внутренних органов человека. Эта технология играет решающую роль в раннем выявлении заболеваний. Растущее понимание своевременного вмешательства с акцентом на персонализированные методы лечения стимулирует рост отрасли*. Это, в свою очередь, подогревает интерес к изучению особенностей и перспектив рынка ядерной медицины.

Материалы и методы (Materials and Methods)

При подготовке к написанию статьи прежде всего был проведен контент-анализ литературных источников по выбранной проблематике исследования. Все анализируемые материалы представлены в открытом доступе на платформе научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp>). Изучение содержания публикаций по теме исследования позволило обосновать ключевые отличительные черты рынка ядерной медицины, которые выделяет большая часть авторов (ученых в области экономики, физики, медицины, ядерного права):

1. Высокая доля научно-исследовательской деятельности и опытно-конструкторских разработок, а также высокий уровень технологичности, заключающейся в использовании «мирного атома» для диагностики и лечения различных заболеваний. Важно отметить, что многие авторы пишут о том, что развитие рынка ядерной медицины основано на «стыке» таких наук как физика, химия, биология, экономика и право. И если первые три научные области (физика, химия, биология) являются базисом самой ядерной медицины, то экономику и право можно рассматривать

как «надстройку», то есть совокупность юридических норм и рыночных механизмов, которые создают институциональную среду для развития рынка ядерной медицины, позволяя данному рынку функционировать эффективно с экономической точки зрения и легитимно с точки зрения законодательства о радиационной безопасности.

2. Специфические товары и услуги. Основной товар на рынке ядерной медицины – это радиоизотопы. Согласно данным, представленным на сайте Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) радиофармацевтические препараты – это лекарственные средства, которые в своем составе наряду с другими компонентами содержат радиоактивные химические элементы, которые могут использоваться в диагностике или лечении различных заболеваний**. Для такого особенного, отличающегося своей потребительской ценностью и уникальностью товара как радиоизотоп, характерны специфические требования к производству, хранению, упаковке, транспортировке, использованию и утилизации. Безопасность в данном случае является ключевым «параметром» товара на рынке ядерной медицины и требует соблюдения строгих правил в процессе обращения с ним. При этом регулирование происходит как со стороны национальных органов, так и со стороны международных организаций, которые как раз таки и устанавливают стандарты и требования радиационной безопасности, а также нормы дозировки.

3. Высокая стоимость товара на представленном рынке. Немалая цена на услуги ядерной медицины обусловливается рядом факторов:

- ◆ дорогостоящее специализированное оборудование, используемое при диагностике, профилактике и лечении заболеваний;
- ◆ дороговизна самих радиофармпрепаратов, которая в свою очередь обусловлена высокой стоимостью

их производства и сложностью логистики из-за короткого периода полураспада изотопов;

- ◆ высокий уровень оплаты труда квалифицированного персонала, работающего в отрасли ядерной медицины.

4. Стремительное развитие глобального рынка ядерной медицины и постоянный рост ключевых показателей отрасли. Оценки мирового рынка ядерного здравоохранения разнятся, однако, согласно данным, приведенным в различных источниках, он устойчиво растет не менее чем на 12% в год. Мировой рынок ядерной медицины в 2023-м оценивался в \$10,2 млрд при прогнозе его неуклонного роста к 2030 году до значений от \$22 млрд до \$39 млрд^{3*}. Такому бурному развитию способствуют:

- ◆ повышение уровня осведомленности населения о возможностях и преимуществах ядерной медицины;
- ◆ рост объема государственных и частных инвестиций в атомную отрасль, в том числе в ядерную медицину;
- ◆ рост частоты заболеваемости онкологией и технологические достижения в ядерной медицине, способствующие развитию новых методов для ее ранней диагностики и эффективного лечения;
- ◆ растущая распространенность прочих хронических заболеваний (у большинства людей эта отрасль ассоциируется только с онкологией, хотя на самом деле ее применение гораздо шире);
- ◆ рост бюджетных расходов на здравоохранение (так, к примеру, бюджетные ассигнования в РФ по разделу «Здравоохранение» в 2024 году составили 1 620 306,4 млн руб., в 2025 году предположительно составят 1 864 295,7 млн руб., в 2026 – 1 862 111,8 млн руб., в 2027 году – 1 918 314,5 млн руб.^{4**}).
- ◆ благоприятные инициативы правительства (так, в нашей стране государство активно поддерживает

* Отчет об анализе размера, доли и отрасли рынка терапевтической ядерной медицины, региональный прогноз, потенциал роста, доля и прогноз конкурентного рынка на 2025–2034 гг. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.gminsights.com/ru/industry-analysis/therapeutic-nuclear-medicine-market> (дата обращения: 10.06.2025).

** Что такое радиофармпрепараты? [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.iaea.org/ru/newscenter/news/cto-ko-takoe-radiofarmprparaty> (дата обращения: 12.06.2025).

^{3*} Мирный атом: как ядерная медицина помогает лечить рак [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://profile.ru/scitech/mirnyj-atom-kak-yadernaya-medicina-pomogaet-lechit-rak-1693036> (дата обращения: 12.06.2025).

^{4**} На здравоохранение в России в 2025 году направят более 1,86 трлн рублей [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.interfax.ru/business/984437> (дата обращения: 13.06.2025).

развитие ядерной медицины через различные программы, в том числе через национальные проекты «Здравоохранение» и «Наука и университеты», которые включают финансовое и правовое обеспечение строительства центров ядерной медицины, закупку соответствующего высокотехнологичного оборудования, развитие отечественных препаратов и подготовку специалистов «ядерного проффиля»: радиохимиков, врачей-радиологов, инженеров-физиков, радиобиологов, микробиологов, «электронщиков», медицинских физиков, специалистов в области дозиметрии и радиационной безопасности и других).

5. Специальная (универсальная) инфраструктура для развития рынка ядерной медицины. Для оказания медицинских услуг «ядерной направленности» необходимы специализированные центры, особенное оборудование (высокотехнологичные диагностические системы, использующие радиофармацевтические препараты для визуализации и оценки физиологических процессов в организме), а также склады и лаборатории, необходимые прежде всего для производства, а в дальнейшем и хранения радиофармпрепаратов и их отходов.

Стоит отметить, что все авторы, чьи работы легли в основу теоретической базы исследования, отмечают принципиальную важность для человечества такого сравнительно «нового» вида рынка, как рынок ядерной медицины.

Несмотря на то, что сейчас в научной среде достаточно много ученых уделяют внимание разным аспектам становления, ключевым особенностям и тенденциям рынка ядерной медицины, но так было не всегда. Анализ публикационной активности авторов позволил выявить возрастающий из года в год интерес к данной области. На рисунке 1 отражено количество опубликованных на платформе научной электронной библиотеки работ по вопросам существования рынка ядерной медицины.

Поиск осуществлялся с учетом морфологии по таким типам публикаций как статьи в журналах и материалы конференций (в полном тексте публикации, включая название пуб-

ликации, аннотацию к ней и ключевые слова) – рисунок 2.

Наиболее подробно вопросы системного анализа конъюнктуры российского рынка ядерной медицины освещены в работах ученых из Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» Кумар А. и Киреева В. С. Так, в одной из своих работ ученые пишут, что «...в современных условиях роста глобальной конкуренции, кризисных явлений в мировой финансовой и политической сфере, создание и развитие в России инновационных производств, новых конкурентных технологий является ключевым вопросом. Одним из актуальных направлений инновационной деятельности российских предприятий является рынок гражданских ядерных технологий. В настоящее время российская ядерная медицина представляет собой

перспективный рынок с потенциально высокими темпами роста и существенным вкладом в развитие отечественной экономики» [1]. В то же время, в другой своей работе эти же ученые говорят о том, что, к сожалению «...рынок ядерной медицины в России слабо развит по сравнению с другими странами. Центральной проблемой развития российского выделена низкая обеспеченность населения технологиями и услугами ядерной медицины [2].

С позицией авторов согласны Жизнин С. З. и Тимохов В. М. из Центра энергетической дипломатии и геополитики. Авторы пишут, что «...несмотря на наличие созданной в СССР уникальной производственной базы для производства изотопов, на мировом рынке ядерной медицины Россия занимает скромные позиции, за исключением отдельных зон. Чтобы

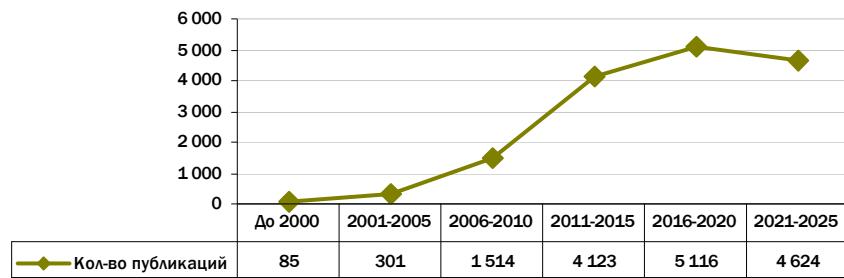


Рис. 1. Динамика числа публикаций по теме «Рынок ядерной медицины» в разрезе временных периодов

Fig. 1. Dynamics of the number of publications on the topic «Nuclear Medicine Market» by time periods

Рис. 2. Параметры запроса для поиска работ по проблематике исследования

Fig. 2. Query parameters for searching for research papers

кардинально изменить сложившуюся ситуацию, необходимо провести реформы, стимулирующие развитие ядерной медицины» [3].

Маркова В. Д. (Новосибирский национальный исследовательский государственный университет) и Пухальский А. Н. (Новосибирский государственный медицинский университет Минздравсоцразвития России) в своих научных работах показывают области применения методов ядерной медицины, современную структуру мирового рынка ядерной медицины и изучают глубину внедрения этих методов в практику российского здравоохранения [4].

В научных исследованиях Файкова Д. Ю. (Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики) и Байдарова Д. Ю. (Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом») выделены потребности, оценены спрос и конкуренция на мировом и российском рынках ядерной медицины, изучены особенности государственной поддержки отрасли. Кроме этого выявлено и показано на конкретных примерах, что модель диверсификации деятельности оборонных предприятий и предприятий атомной промышленности позволяет ГК «Росатом» активно выходить на зарубежные рынки, предлагать конкурентоспособные комплексные решения [5].

Также нами были изучены теоретические материалы III Всероссийского конгресса с международным участием «Ядерная медицина – 2024» [6], проведение которого было утверждено приказом Министерства здравоохранения РФ от 20.11.2024 № 633. Основные вопросы конгресса были посвящены:

- ◆ кооперации стран БРИКС в области разработки и производства медицинского оборудования;
- ◆ стандартизации и сертификации производства радиофармацевтических лекарственных препаратов (РФЛП);
- ◆ сближению регуляторных требований в области экспертизы и регистрации РФЛП;
- ◆ повышению уровня профессиональных и надпрофессиональных компетенций медицинского персонала в сфере ядерной медицины;

◆ созданию позитивного общественного мнения относительно рынка ядерной медицины.

Помимо этого при проведении исследования применялись графические методы и методы системного анализа. Статистическая обработка данных была выполнена с использованием программного обеспечения *Excel*.

Результаты и обсуждение (Results and Discussion)

Рассматривая эволюцию рынка ядерной медицины, отметим, что он прошел довольно долгий и непростой путь от научных (порой случайных) открытий и экспериментальных исследований в области радиоактивности до современного состояния зрелой отрасли. Говоря о ключевых событиях данного процесса, стоит остановиться на следующих «переломных» датах.

1. 1910–1920-е годы

В это время началось использование радиоактивных изотопов в научных экспериментах. Дьёрдь де Хевеши (ученый химик из Венгрии, нобелевский лауреат), разработал метод, получивший название «метода меченых атомов» который позволяет «пометить» атомы в веществе радиоактивным изотопом, а затем отслеживать их перемещение в организме человека с помощью детекторов.

2. 1920–1930-е годы

Американский физик Эрнест Лоуренс изобрел циклотрон – ускоритель заряженных частиц, который позволил получать радиоактивные изотопы, нашедшие широкое применение в медицине (лучевой терапии).

3. 1950-е годы

Бенедикт Кассен (американский биофизик) создал сцинтилляционный прямолинейный радиоизотопный сканер – первый прибор, способный создавать изображение распределения радиоактивных индикаторов в органах пациентов.

4. 1960–1970-е годы

В клинической практике стали использоваться однофотонная эмиссионная компьютерная томография и позитронно-эмиссионная томография.

5. 1980-е годы по н.в.

Стали появляться профессиональные сообщества, открываться центры

ядерной медицины, происходит развитие новых радиофармацевтических препаратов, молекулярной визуализации и тераностики.

Конечно же, говорить о завершенности процесса развития рынка ядерной медицины нет смысла, его будущее выглядит довольно перспективно, с прогнозируемым ростом рынка и разработкой новых методов лечения и выявления патологий. Есть все основания полагать, что рынок ядерной медицины «бездонный»: сколько его ни осваивай, перспективы только прибавляются. К тому же это не только выгодный бизнес, но и несомненная социальная функция: технологии в этой области поднимают здравоохранение на качественно иную ступень в рамках декларируемой государством концепции устойчивого развития.

Последние десятилетия ядерная медицина развивается семимильными шагами, позволяя проводить раннюю диагностику заболеваний, что требует тщательного изучения среды оказания такого рода услуг и оценки элементов, входящих в состав традиционного маркетингового комплекса (продукт, цена, место, продвижение).

1. *Product* (продукт) – на рынке ядерной медицины представлены два основных вида «товаров»: радиофармацевтические препараты и оборудование. Но следует помнить, что многие разработки медицинских изделий и препаратов делятся годами. За это время меняются требования к продукту, в том числе и рыночные. Для успешного выхода на рынок необходимо постоянно отслеживать мнения и запросы целевой аудитории и законодательные инициативы.

2. *Price* (цена) – стоимость услуг в области ядерной медицины может значительно варьироваться, формируется она под влиянием нескольких факторов, включая стоимость радиофармацевтических препаратов, сложность диагностических и терапевтических процедур, а также уровень развития технологий и оборудования. Стоит отметить, что на рынке ядерной медицины услуги предоставляются как на коммерческих основаниях, так и в рамках ОМС.

3. *Place* (место, распределение) – включает в себя локации, где могут быть оказаны услуги «ядерного

здравоохранения»: центры ядерной медицины, медицинские клиники, больницы и научно-исследовательские институты, где проводятся диагностические и терапевтические процедуры с использованием радиоактивных веществ.

4. *Promotion* (продвижение) – требует системного подхода, включающего информирование населения, как конечного получателя медицинских услуг, о преимуществах ядерной медицины над другими методами терапии и диагностических процедур при определенных видах болезней, демонстрацию достигнутых в данной области результатов, работу с профессиональным сообществом и соблюдение высоких стандартов качества и безопасности при оказании услуг.

На рисунке 3 авторы отразили ключевых участников рынка ядерной медицины, объединили основную информацию, характеризующую функци-

онал данного рынка, его качественные и количественные показатели.

Приведенные на рисунке характеристики рынка, перечисленные участники, а также описанный функционал соответствуют рынку ядерной медицины любой страны. Конечно, у каждого из государств есть свои особенности организации «рыночного пространства» ядерной медицины, но в целом цели, задачи, принципы, ключевые участники идентичны. Если же остановиться на рассмотрении специфических черт российского рынка, то, прежде всего, стоит отметить, что вопросам ядерной медицины уделяется особое внимание на уровне высшего руководства нашей страны. Это направление является приоритетным для развития медицинской науки в целом.

20 августа 2025 года отечественной атомной промышленности исполняется 80 лет. Именно в этот день в 1945 году был учрежден Специальный ко-

митет для руководства работами по использованию атомной энергии урана. Одно из самых перспективных направлений развития – медицина. Причем лечебное воздействие мирного атома на организм человека в нашей стране исследовали задолго до старта советского ядерного проекта. В настоящее время основной производитель радиофармацевтической продукции в Российской Федерации – АО «Росатом Наука», подразделение ГК «Росатом».

Согласно данным, представленным в Реестре санитарно-эпидемиологических заключений, на начало 2025 года в России процедуры ядерной медицины проводятся в 188 организациях, осуществляющих медицинскую деятельность с использованием радионуклидов. Если рассмотреть географию их размещения, то следует вывод о том, что большинство из них располагается в Москве (38 подразделений однофотонной радионуклидной диагностики и 26 подразделений

Рынок ядерной медицины – сфера, охватывающая производство, разработку и применение радиофармпрепаратов для диагностики и лечения различных заболеваний



Рис. 3. Основные характеристики рынка ядерной медицины

Fig. 3. Main characteristics of the nuclear medicine market

ПЭТ-диагностики) и в Санкт-Петербурге (20 и 8 единиц соответственно). Остальные 96 организаций рассредоточены по оставшимся регионам страны. Если же рассматривать размещение и количественный состав организаций, проводящих не диагностику, а именно радионуклидную терапию (рис. 4), то их в стране насчитывается 52 единицы, и большая часть из них (17 единиц) располагается городах федерального значения: Москве (12 единиц) и в Санкт-Петербурге (5 единиц) [7].

ГК «Росатом» — флагман развития ядерной медицины, совместно с Министерством здравоохранения РФ исследует российский рынок производства радиофармпрепаратов для повышения доступности их применения среди лиц, нуждающихся в медицинской помощи данного профиля. Сегодня Россия входит в топ-5 участников мирового рынка изотопной продукции. Росатом полностью обеспечивает потребности в изотопах на внутреннем рынке и поставляет свою продукцию в более чем 50 стран мира.

Технологии ядерной медицины и новых способов ее использования с 2025 года развиваются согласно нацпроектам «Новые технологии сбережения здоровья», «Новые атомные и энергетические технологии». Данные нацпроекты направлены на достижение России к 2030 году высокого уровня технологического суверенитета в области медицинских технологий, производства лекарственных препаратов и медицинских изделий.



Рис. 4. Карта распределения подразделений радионуклидной терапии на территории Российской Федерации в 2025 году
Fig. 4. Location of radiopharmaceutical therapy departments in the Russian Federation

Заключение (Conclusion)

В настоящее время ядерная медицина, включающая радионуклидную диагностику и лечение, является одной из наиболее активно развивающихся областей лучевой диагностики в мире, без которой невозможно представить систему здравоохранения любой развитой страны мира [8]. К развитию ядерной медицины стремятся во всех крупных экономиках.

Рост рынка в основном объясняется значительными инвестициями в исследования и разработки, которые способствуют инновациям на рынке. Ключевые игроки отдают приоритет географическому расширению, чтобы проникнуть на новые рынки и укрепить свое глобальное присутствие посредством стратегического партнерства и дистрибуторских соглашений. Благодаря постоянным инновациям

и индивидуальной адаптации игроки отрасли разрабатывают индивидуальные решения для решения конкретных клинических задач.

Основные тенденции на рынке ядерной медицины включают в себя рост спроса на диагностику и лечение, расширение применения радиофармпрепаратов, внедрение передовых методов визуализации (ПЭТ/КТ) и роботизированной терапии, а также развитие отечественного производства радиоизотопов и препаратов в России. Внедрение инновационных технологий, включая искусственный интеллект, будет способствовать улучшению процессов диагностики, анализа данных и оптимизации рабочих процессов в ядерной медицине.

Поступила в редакцию 29.06.2025
 Принята к публикации 12.08.2025

ИСТОЧНИКИ (References)

1. Кумар, А. Экспертная оценка перспектив развития российского рынка ядерной медицины / А. Кумар, В. С. Киреев // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. – 2018. – № 6. – С. 45–50. – EDN RYWTF.
2. Кумар, А. Обзор российского рынка ядерной медицины / А. Кумар, В. С. Киреев // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 2. – С. 134–138. – EDN YSEXIM.
3. Жизнин, С. З. Международные рынки изотопов / С. З. Жизнин, В. М. Тимохов // Вестник МГИМО Университета. – 2016. – № 5(50). – С. 145–157. – EDN YGCOUX.
4. Маркова, В. Д. Современные возможности развития ядерной медицины в России / В. Д. Маркова, А. Н. Пухальский // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2012. – Т. 16, № 1. – С. 7–10. – EDN PAQNJI.
5. Файков, Д. Ю. Маркетинговые аспекты диверсификации производства в атомной промышленности (на примере ядерных технологий для медицины) / Д. Ю. Файков, Д. Ю. Байдаров // Организатор производства. – 2020. – Т. 28, № 3. – С. 84–96. – DOI 10.25987/VSTU.2020.11.33.009. – EDN YXOVJE.
6. Ядерная медицина – 2024: Сборник тезисов, Санкт-Петербург, 06–07 декабря 2024 года. – Санкт-Петербург: ФГБУ РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова Минздрава России, 2024. – 204 с. – EDN AMWQEH.
7. География и структура центров ядерной медицины на территории Российской Федерации по состоянию на 2025 год / Л. А. Чипига, К. Н. Козлова, И. А. Звонова [и др.] // Радиационная гигиена. – 2025. – Т. 18, № 2. – С. 98–108. – DOI 10.21514/1998-426X-2025-18-2-98-108. – EDN TJBIUU.
8. Наркевич, Б. Я. Физико-техническое обеспечение ядерной медицины: современное состояние и перспективы развития / Б. Я. Наркевич // Радиационная онкология и ядерная медицина. – 2012. – № 1. – С. 51–75. – EDN SXKJIV.