# ****Межвузовский конкурс**** ****научно-исследовательских работ студентов экономических и управленческих факультетов «Будущее экономики - 2011»****

Проблематика работы

Технологические факторы экономического развития России

Тема: «Развитие нанотехнологий в медицине как фактор роста экономики России»

Выполнила: Тезикова Ольга Павловна

Студентка Государственного университета управления, Института маркетинга, кафедры маркетинга, 5 курса

Номер мобильного телефона автора: 8(915)141-76-05

Научный руководитель: зам. директора Института маркетинга по научной работе, к.э.н., доцент Ковалев А.И.

Москва 2011 г.

Содержание

[Введение 1](#_Toc270638011)

[1. Основные направления использования нанотехнологий в медицине и фармацевтике 4](#_Toc270638012)

[1.1. Наноимплантанты и материалы-заменители живых клеток 5](#_Toc270638013)

[1.2. Адресная доставка лекарств в клетку 7](#_Toc270638014)

[1.3. Конструируемые лекарства для конкретного заболевания 9](#_Toc270638015)

[1.4. Создание точных медицинских наноманипуляторов и диагностических устройств 10](#_Toc270638016)

[1.5. Нанотерапия 14](#_Toc270638017)

[2. Анализ текущей ситуации мирового и российского рынков нанотехнологий в области наномедицины 16](#_Toc270638018)

2.1. Проблемы развития наномедицины и внедрения инновационных продуктов в России...............................................................................................18

[3. Значение развития наномедицины и ее влияние на рост экономики в России 22](#_Toc270638019)

[Заключение 25](#_Toc270638021)

[Список использованных источников 26](#_Toc270638022)

Приложение 1........................................................................................................27

# Введение

В настоящее время медицина в современном ее понимании является чрезвычайно важной отраслью и претерпевает радикальные изменения. Ее исключительное значение в мире обусловлено направленностью на сохранение и укрепление здоровья людей, предупреждение и лечение болезней. Поэтому, государства стремятся выделять больше средств на поддержку и развитие здравоохранения. К примеру, по прогнозамОрганизации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), к середине XXI века общеевропейские расходы на здравоохранение вырастут на 350%. Такая же тенденция наблюдается и в США: В 1980 году в США на нужды здравоохранения было затрачено 253 млрд. долларов, в 1990 — 714 млрд, а в 2008 — 2,3 трлн долларов. Однако даже эта положительная тенденция не гарантирует решения многих проблем, стоящих в настоящее время перед лицом современной медицины, таких как: низкая средняя продолжительность жизни людей во многих странах, существование неизлечимых на сегодняшний день заболеваний, невозможность медицины в ряде случаев предложить действительно эффективное лечение заболеваний, отсутствие качественно новых методов лечения.

В действительности, положение, которое сложилось к настоящему времени в области медицинской науки в значительной мере обусловлено неудовлетворенностью ученых и специалистов набором практических средств, которыми они располагают. Это активно побуждает исследователей к поиску иных подходов к разработке новых моделей в медицине и технологий медицинской практики в области общей терапии, что способствует созданию более эффективных методов профилактики и лечения заболеваний человека. И нужно сказать, что современная медицина сегодня начинает активно использовать достижения современной науки, охватывающие практически все знания накопленные человечеством, и тем самым обретает новое направление своего развития – под названием **наномедицина.**

Нанотехнологии в медицине появились 15–20 лет назад и стали применяться для визуализации патологических изменений в органах и тканях, адресной доставки лекарственных средств и аналитической биохимии.

Наномедицина, как наука, предназначена для того, чтобы не просто улучшить существующие методы регулирования функциональных состояний организма человека, но и привнести качественно новые методы лечения. Этот качественный скачок в медицине должен воплотиться за счёт использования новых физических принципов, информационных и телекоммуникационных технологий, нанокомпьютеров и нанороботов. Но для того, чтобы наномедицина, как наука, смогла решить глобальные вопросы в области здравоохранения, должны быть решены проблемы безопасности применения нанотехнологий в медицине, должны быть проведены всесторонние испытания нанотехнологий на токсичность. Существуют также проблемы по утилизации наноотходов и экологическому загрязнению от изготовления наномедицинских устройств и материалов. Так, например, В Европе, в отчете SCENIHR и официальном издании Руководства риском нанотехнологий подчеркнута нехватка в настоящее время данных относительно потенциальных рисков, связанных с наномедициной и нанотехнологией, для человеческого здоровья и экологии [13].

Суммируя вышесказанное, нужно отметить, что, несмотря на огромный потенциал наномедицины и значительное финансирование, исследования этических, юридических и социальных значений применений наномедицины невелики. Однако ученые и специалисты по всему миру говорят о том, что все потенциальные риски должны быть тщательно оценены и исследованы. Каждое проблемное направление наномедицины будет активно изучаться: Европейский союз уже взял на себя инициативу поднять вопрос этики в наномедицине, а также там проявляют беспокойства о потенциальных рисках.

Поэтому пристальное внимание к развивающейся науке, по мнению специалистов, позволит в недалеком будущем наиболее эффективно использовать весь потенциал наномедицины.

В настоящее время мировыми лидерами по общему объему капиталовложений в сфере нанотехнологий являются страны ЕС, Япония и США. В последнее время значительно увеличили инвестиции в эту отрасль Россия, Китай, Бразилия и Индия. В России объем финансирования в рамках программы "Развитие инфраструктуры наноиндустрии в Российской Федерации на 2008 - 2010 годы" составит 27,7 млрд. руб. Отметим, что сегодня США осуществляют в крупных размерах макрорасходы на разработку и внедрение нанотехнологий в здравоохранение. Только в 2007 г. в США государственные макрорасходы на эти цели оценивались в 170 млн долл.

Также Американский Национальный институт здоровья включил наномедицину в пятерку самых приоритетных областей развития медицины в XXI веке, а Национальный институт рака США собирается применять достижения наномедицины при лечении рака. Применение нанотехнологий в терапии социально-значимых заболеваний человека, таких как онкология, кардиология, инфекционные заболевания позволит многие болезни вычеркнуть из списка опасных заболеваний и повысить среднюю продолжительность жизни людей.

В конечном итоге применение нанотехнологий в медицине позволит сделать наиболее эффективным лечение любых заболеваний, своевременно предупредить возникновение тех или иных нарушений в организме человека, и в целом – сможет повысить качество жизни людей по всему миру.

Актуальность данной работы подтверждается наличием множества слабоизученных и неподдающихся методам традиционной медицины вопросов здравоохранения, а также высоким потенциалом нанотехнологий в этой области, способных решить самые сложные проблемы человеческого здоровья. В частности, данная работа актуальна ввиду того, что в России сохраняется недостаточно высокий уровень качества предлагаемых медицинских услуг и слабый уровень развития отечественного фармацевтического рынка. Поэтому исследование вопросов развития российского рынка наномедицины крайне важно в настоящее время.

Целью данной работы является определение значимости развития наномедицины как в России, так и в мире, исследование проблематики развития этой отрасли в России и обозначение степени возможного влияния на общий рост экономики в стране.

Задачами научной работы являются:

* Исследование основных направлений развития наномедицины как науки;
* Анализ текущего состояния мирового рынка нанотехнологий в медицине, изучение его тенденций, последних достижений ученых и организаций в этой области, результатов мероприятий и принятых решений по повышению уровня ее развития;
* Оценка существующих сегодня проблем развития наномедицины в России, выявление причин появления этих проблем, а также исследование трудностей коммерциализации новейших технологий в этой области.
* Определение будущей роли наномедицины в сфере здравоохранения в России, а также ее преимуществ перед традиционным рынком медицины и фармацевтики. Оценка возможного влияния будущего развития наномедицины на экономический рост в России.

Объектом данного исследования является мировой и, в том числе, Российский рынки наномедицины, направления применения нанотехнологий в медицине и тенденции их развития, а также позиция России в процессе развития наномедицины.

При написании данной работы использовались следующие методы исследования: кабинетные исследования, опрос и интервью со специалистами и преподавателями дисциплин в сфере инноваций и, в частности, нанотехнологий.

# 1. Основные направления применения нанотехнологий в медицине и фармацевтике

В настоящее время под наномедициной ученые понимают применение нанотехнологий в диагностике, мониторинге и лечении заболеваний. Рассматривая отдельный атом в качестве детали, нанотехнологи в настоящее время разрабатывают методы конструирования из этих деталей материалов с заданными характеристиками. Многие компании уже умеют собирать атомы и молекулы в некие конструкции. В перспективе, любые молекулы будут собираться, подобно детскому конструктору, поскольку любую химически стабильную структуру, которую можно описать соответствующей формулой, можно и построить.

На рис. 1 представлены основные направления развития данной области, которые решают главные задачи, стоящие перед наномедициной и по которым уже активно разрабатываются и используются нанотехнологии.

**Рис.1. Основные направления применения нанотехнологий в области медицины и фармацевтики.**

По данным направлениям учеными решаются такие задачи, как: создание твёрдых тел и поверхностей с измененной молекулярной структурой или получение материалов, имитирующих ткани живых организмов, служащие имплантантами; создание наноконтейнерных технологий векторной доставки лекарств, которые создают целенаправленное взаимодействие с биомишенью, ответственной за болезнь; синтез новых химических соединений путем образования молекул без химических реакций, который в будущем позволит создавать принципиально новые лекарства, которые синтетики, фармацевты и медики будут «конструировать», исходя из конкретной болезни, и, даже — конкретного пациента; создание точных медицинских наноманипуляторов и диагностических устройств; применение нанотерапии, включающей термотерапию наночастицами, использование БАД, использование наноантител для лечения неизлечимых болезней. [20]

Наномедицина в целом не существовала бы на практике и не имела бы возможности решать проблемы человеческого здоровья, неподвластные традиционной медицине, если бы учеными не были созданы микроскопические устройства и соединения, размеры которых как нельзя лучше подходят для работы с основными биологическими структурами — клетками, их составными частями (органелл) и молекулами [20].

Перечислим также основные группы наноматериалов, которыми оперирует наномедицина:

* наноструктурированные материалы, включая поверхности с нанорельефом;
* мембраны с наноотверстиями;
* наночастицы (включая фуллерены и дендримеры);
* микро- и нанокапсулы;
* нанотехнологические сенсоры и анализаторы;
* медицинские применения сканирующих зондовых микроскопов;
* наноинструменты и наноманипуляторы;
* микро- и наноустройства различной степени автономности**.**

Рассмотрим чуть подробнее основные пути развития мирового рынка нанотехнологий в медицине и фармацевтике.

## 1.1. Наноимплантанты и материалы – заменители живых клеток

Создание твёрдых тел и поверхностей с измененной молекулярной структурой на практике дает металлы, неорганические и органические соединения, нанотрубки, биологически совместимые полимеры (пластмассы) и другие материалы, имитирующие ткани живых организмов. Разберемся подробнее в данных материалах.

В настоящее время в хирургии активно разрабатываются способы улучшения характеристик имплантируемых материалов (в основном, это протезы различного назначения).

Необходимо сказать о явных преимуществах, которыми смогут обладать имплантантируемые материалы по сравнению с обычными имплантантами, не имеющими биологической наноструктуры. Прежде всего, примерно в 2-3% случаев в месте имплантации возникает хроническая инфекция. Единственной возможностью остановить воспаление является удаление обычного имплантанта, после чего больному необходимо пройти курс лечения мощными антибиотиками. В то же время, если инфекция появляется при имплантировании материалов с наноструктурой, то нанотехнологиям искусственные кости, суставы и другие имплантанты в будущем смогут обрести возможность самостоятельно бороться с инфекциями. Самолечащиеся имплантанты должны будут иметь покрытие из наносенсоров, которые смогут идентифицировать конкретный вид микробов. Кроме того, наноимплантанты наряду с обычными обладают важнейшими отличительными характеристиками, такими как: высокая прочность, долговечность, химическая инертность и биологическая безопасность.

В конце 2010 года в США (Нью-Мексико) совместно с российскими нанотехнологами начато производство первых нанотитановых имплантантов для использования в стоматологии. Со стороны России в проекте, в частности, была задействована научно-производственная компания «Наномет» из Москвы, с американской стороны - Manhattan Scientifics. В недалеком будущем Manhattan Scientifics планирует подписать с «Нанометом» договор о продаже нанотитановых имплантатов в России. [6]

Что касается опыта исследований и разработок России в данной области, то стоит отметить, что БелГу (Центр НСМН) являлся головной организацией в выполнении государственного контракта федеральной целевой программы по теме «Разработка опытно-промышленных технологий получения нового поколения медицинских имплантатов на основе титановых сплавов» с общим объемом финансирования 323 млн. рублей. В выполнении контракта участвовали 12 соисполнителей, представляющих крупные научные и производственные организации Москвы, Санкт-Петербурга, Томска и Казани.

Отметим, что потребность в наноструктурированных имплантантах как по всему миру, так и в России все больше возрастает. Такие продукты оказываются необходимыми в таких областях медицины, как: травматология, стоматология, нейрофизиология, офтальмология и прочие. Но поскольку производство таких материалов уже началось (2009 – 2010г.г.), то начал постепенно сформировался и спрос на наноимплантанты и заменители живых тканей и клеток.

На настоящий момент Российские предприятия закупают и используют дорогие наноимплантанты зарубежного производства, однако, как отмечает агентство Интерфакс, вскоре появится возможность заменить их на отечественные, обладающие даже лучшими свойствами. Таким образом, в ближайшее время в России при масштабном производстве материала, рынок наноимплантантов и заменителей живых тканей сможет активно расти ввиду высокого спроса на них. Однако, по мнению российских экспертов, для динамичного развития этого рынка в России необходимо создать технико-внедренческую зону (ТВЗ), которая позволит приблизить к России зарубежные рынки.

Кратко рассмотрим прогнозные данные об объемах мирового рынка наноструктурированных металлов – материала, из которого изготавливаются, в частности, наноимплантанты. Совокупный объем мирового рынка наноструктурированных металлов в 2008 году составлял 28 млн. долларов, а в 2010 году – 198 млн. долларов, то есть за 2 года он вырос более чем в 7 раз. И к 2014-2015 годам, в соответствии с прогнозами Global Industry Analysts, эта цифра может возрасти до 1,3 миллиардов долларов (см. рис.1.1. в Приложении 1). Такой сильный рост объема рынка подтверждается также тем прогнозом, что в 2014 году сильно возрастет использование нанобиотехнологической продукции, которая обеспечит существенный вклад в развитие медицины и фармацевтической промышленности. Нанобиотехнологии будут использоваться в 23% медицинских и фармацевтических продуктов, в которые входит группа наноимплантантов и заменителей живых тканей.[4]

В целом, стремительное развитие данного направления в наномедицине объясняется тем, что данные наноструктурированные материалы решают сегодня многие важные проблемы в медицине, а именно: позволяют людям – инвалидам избавиться от неудобств и ощутить полноценность своего организма, увеличить скорость мыслительных процессов с помощью сложнейших нанокомпьютеров, имплантируемых в мозг человека, а также улучшать зрение и вылечивать заболевания зрительного механизма.

## 1.2. Адресная доставка лекарств в клетку

Адресная доставка лекарств (и разработка соответствующих транспортных средств) является одним из основных направлений в развитии нанобиотехнологий. В чем же заключается ее суть?

**Адресная доставка лекарств** – процесс введения фармацевтических препаратов для достижения терапевтического эффекта в человеческом организме. Чтобы лекарство было эффективным, важно, чтобы его молекулы попали к нужным клеткам: антидепрессанты попали в мозг, противовоспалительные средства - в места воспалений, антираковые препараты - в опухоль или глазную глаукому. Направленная транспортировка лекарств в очаг развития патологического процесса позволяет добиться повышения эффективности уже существующей лекарственной терапии. Такая адресная доставка обеспечивает более эффективное действие лекарства и сохраняет окружающие ткани. Для нее служат нанокапсулы (стелс-липосомы) или векторы для генной терапии.

Целенаправленный контроль и модификация формы, размера, взаимодействия и интеграции составляющих наномасштабных элементов обеспечивают улучшение или появление дополнительных эксплуатационных, потребительских характеристик и свойств получаемых продуктов, таких как: повышение эффективности, биодоступности, высокая предсказуемость выделения препарата в нужном месте, уменьшение токсичности и побочных эффектов получаемых инновационных лекарственных препаратов. Результатом работы системы адресной доставки лекарства в клетку будет модификация болезни, то есть полное или частичное излечение человека.

Отметим некоторые мировые достижения в данном сегменте. В 2010 году лаборатория Харт проводила свое исследование в сотрудничестве с лабораторией **Дэнниса Халлахана** (Dennis E. Hallahan) [6]. Е**ва Харт**, доцент химии из Университета Вандербильта (Vanderbilt University), разработала систему доставки лекарства в клетку с помощью наногубки. Благодаря структурным особенностям наногубки, загруженная противораковым препаратом система адресной доставки, основанная на новом материале, задерживает рост раковой опухоли в три-пять раз эффективнее, чем обычные инъекции.

В России разработки систем адресной доставки ведутся по двум направлениям: пассивный направленный транспорт (облегченное преодоление естественных барьеров) и специфическая доставка («узнавание» патологической ткани), что отвечает мировому уровню развития исследований в этой области. Как раз в 2009 году российскими учеными был разработан метод специфической доставки, о чем было объявлено на Пятом международном симпозиуме по супрамолекулярной химии. Уже создан ряд препаратов адресной доставки лекарств - биосенсоры, которые распознают чужеродное опасное тело в организме. И, вытеснив их из организма, вылечивают человека. В 2010г. наблюдательный совет корпорации «Роснано» одобрил проект производства нанолекарств с целенаправленной доставкой в форме липосом, иммунолипосом и моноклональных антител, призванных бороться со злокачественными опухолями. В этот проект «Роснано» вложит 1,3 млрд.рублей, что составляет треть от общего бюджета проекта. [17]

В долгосрочной перспективе существующий в России научный задел позволяет довести до коммерческих прототипов специфические системы доставки на основе аптамеров, способных избирательно связываться с патологически измененными клетками.

Мировой объем продаж лекарств с модифицированной системой доставки в настоящее время составляет 20% от общего объема рынка фармпрепаратов.

На рисунке 1.2. в Приложении 1 можно проследить, как изменялся совокупный объем мирового рынка целевой доставки лекарственных препаратов.

Ожидаемый среднегодовой прирост рынка нанотехнологических средств адресной доставки лекарств составляет 50% в период с 2005 по 2012г. Аналогичным образом увеличивается и рыночная доля, хотя темп ее роста несколько ниже. В 2012г. доходы на данном рынке достигнут 4,8 млрд. долл., что соответствует 5,2% всего объема продаж. При сохранении этого тренда эта доля вырастет до 7% к 2015г. и до 10% к 2020г.

В целом, значение данного метода адресной доставки очень высоко в наномедицине на сегодняшний день. Данный метод призван бороться с самыми тяжелыми заболеваниями там, где воздействие других методов лечения, таких как, например, [лучевая терапия](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BF%D0%B8%D1%8F) и химиотерапевтическое лечение, может поразить как больные, так и здоровые клетки человека. При этом спектр воздействия данного метода очень широк: лекарства своевременно и в нужном количестве попадают в мозг, в очаг опухолевого заболевания или в места воспалений, что крайне важно для эффективного лечения болезней и спасения человеческих жизней.

## 1.3. Конструируемые лекарства для конкретного заболевания

Теоретически каждое лекарство должно быть избирательным, то есть действовать на то звено в клетке или тканях, которое поражено болезнью, и не затрагивать при этом другие, здоровые, биологические структуры. Зачастую совместить эти условия бывает крайне сложно. Не случайно одно и то же лекарство может помочь одному больному и оказаться почти бесполезным или даже вредным для страдающего тем же заболеванием другого человека.

В наномедицине же активно проводятся исследования и испытания по синтезу новых химических соединений путем образования молекул без химических реакций. В ближайшие 10—20 лет это приведёт к созданию принципиально новых лекарств, которые синтетики, фармацевты и медики будут «конструировать», исходя из конкретной болезни, и, даже — конкретного пациента. Качественный прорыв в этом вопросе был сделан в начале ХХ века. Основателем современной фармакологии стал Пауль Эрлих. В его лаборатории впервые в истории стали целенаправленно искать лекарственные вещества против конкретной болезни. Самым эффективным в воздействии оказалось средство против сифилиса, которое широко применялось в течение нескольких десятилетий. Однако в то время совершенно точно были известны только «виновники» инфекционных болезней. Поэтому оставалось перебирать наугад молекулы с разной структурой в надежде, что какая-то окажется эффективной. [19] Естественно, такой метод был высокозатратным, сравнительно долгим и поэтому не во всех случаях эффективным.

В настоящее же время важным направлением нанофармакологии является применение наночастиц как субстанций для создания новых медикаментов, а также разработка нанопрепаратов путем образования комплекса известных лечебных средств с наночастицами, что будет способствовать их более глубокому проникновению в очаг патологического процесса. Нанотехнологии дают возможность получать нанопрепараты (например, «нановисмут») с высокой фармакотерапевтической активностью и сниженным побочным действием, что существенно повысит эффективность лечения различных заболеваний человека.

Конструируемые препараты могут быть разработаны специально для воздействия на известные биологические цели. Эти препараты будут воздействовать только на конкретные целевые больные ткани. Кроме того, эти лекарства будут почти индивидуальными, предназначенными для конкретного человека и их болезни. Применение подобных лекарств поможет сократить количество покупок неподходящих лекарств, которые окажутся неэффективными при лечении.

В настоящее время в мире ведется производство и продажа некоторых конструируемых под определенную болезнь лекарств, так по данным BCC, уже в 2008г. мировой рынок наночастиц составлял 900 млн. долл. Но нужно учесть, что сегмент конструируемых препаратов составлял тогда около 1-2% от объема рынка наночастиц. В настоящее время его доля возросла примерно до 5%. Стоит отметить, что ежегодный прирост мирового рынка лекарственных нанопрепаратов составляет около 10%.

Таким образом, можно прогнозировать в ближайшие 5-10 лет стремительное развитие конструируемых лекарств для конкретного человека и его заболевания, учитывающие все особенности его организма. Но пока в США, Европе, а также России ведутся лишь исследования в данной области. Перед ФМБА уже сейчас поставлена первоочередная задача при развитии данного направления в наномедицине, проводить тщательные исследования побочных эффектов, поскольку наночастицы накапливаются в организме, их надо тщательно дозировать и изучать опытным путем.

**1.4. Создание точных медицинских наноманипуляторов и диагностических устройств**

В настоящее время все большее распространение получают миниатюрные устройства, которые могут быть помещены внутрь организма для диагностических, а возможно, и лечебных целей. Например, современное устройство, предназначенное для исследования желудочно-кишечного тракта, имеет размер несколько миллиметров, несет на борту миниатюрную видеокамеру и систему освещения, а полученные им кадры передаются наружу. Устройства такого рода было бы неправильно относить к области наномедицины. Однако открываются широкие перспективы их дальнейшей миниатюризации и интеграции с наносенсорами, бортовыми системами управления и связи на основе молекулярной электроники, источниками энергии, утилизирующими вещества, содержащиеся во внутренних средах организма. В будущем на микро- и наноустройства будут возложены следующие функции:

1. Проникновение в нужную точку организма;
2. Проведение сбора локальной диагностической информации;
3. Доставка лекарственных средств;
4. Осуществление "нанохирургических операций" - разрушение атеросклеротических бляшек, уничтожение клеток с признаками злокачественного перерождения, восстановление поврежденных нервных волокон и другие.

Но вернемся к настоящему времени. Основные подходы в нанодиагностике различаются по типам регистрирующих устройств, в качестве которых могут использоваться атомно-силовые микроскопы, оптические устройст­ва, в том числе оптико-механические на базе компакт-дисков к персональным ком­пьютерам, и электрохимические биосенсоры, нанопровода, магнитные наночастицы. Также в области диагностики учеными широко используются нанодатчики и наносенсоры. Из наноматериалов для производства нанодатчиков шире всего применяют квантовые точки и нанотрубки, которые работают как чувствительные элементы датчиков, реагируя на те или иные молекулы – признаки заболеваний.

Необходимо отметить преимущества в диагностике, которые дает наномедицина:

1. Болезнь распознается уже в самом начале, когда другие методы еще бессильны.

2. Метод точно указывает, в какие точки организма хирург или радиоонколог должны направить скальпель или поток частиц для лучевой терапии.

3. С помощью наночастиц можно решить проблему фона. На обычной рентгенограмме или томографическом снимке подчас трудно различить, где нормальный фон, а где – отклонения от него, где – «шум», а где – «сигнал». Наночастицы же изменяют либо цвет патологического образования, либо его магнитные свойства.

4. Метод позволяет детектировать в тысячи раз меньшие концентрации белков, ДНК, вирусов, чем это было возможно при рутинных технологиях.

Стоит отметить, что в июле 2009 г. в подмосковном Ступино проводилась Школа «Наноматериалы и нанотехнологии в живых системах». Там было отмечено, что наиболее успешно развиваются разработки в области диагностики и нанобиосенсоров (было представлено несколько лекций и стендовых сообщений, в частности, С.М. Деева, И.Н. Курочкина, А.П. Савицкого и др.). [6]

С учетом существующего в России задела в период 3-5 лет будут интенсивно развиваться, сертифицироваться и внедрятся в практику мето­дики медицинской нанодиагностики онкологических заболеваний, вирусных гепа­титов, ВИЧ-инфекций, методы оценки лекарственной устойчивости бактериальных возбудителей (в том числе туберкулеза), системы фармакологического мониторинга для оценки индивидуальной переносимости лекарств. Над данными задачами будут работать: НИИ биомедицинской химии РАМН, Институт молеку­лярной биологии РАН (Москва), Центр молекулярной диагностики, Институт био­органической химии, НИИ фи­зико-химической медицины Росздрава, Институт вирусологии и многие другие, - всего более 30 организаций.

Среди достижений в нанодиагностике в мире стоит отметить разработки диагностики «in vitro» и «in vivo». Нанотехнологии в диагностике «in vitro» развиваются в двух направлениях: 1) использование наночастиц как маркеров биологических молекул; 2) применение инновационных нанотехнологических способов измерения. Фирма Nanosphere из Иллинойса разработала новые диагностические тесты для выявления онкологических заболеваний, болезни Альцгеймера и муковисцидоза. Причем заявлено, что новый диагностический тест для муковисцидоза будет стоить в 10 раз дешевле имеющихся сегодня. К новым наномедицинским диагностическим тестам относятся также сенсорные системы Cantilever и SPR (поверхностный плазменный резонанс). В целом технология диагностики «in vitro» призвана поднять на новый уровень современную имплантологию, ортопедию, стоматологию.

Диагностика «in vivo» подразумевает использование так называемого контрастного вещества, состоящего из наночастиц, с которым соединены визуализирующие компоненты и определенные антитела. Когда контрастное вещество вводится в кровеносное русло, его поисковые компоненты взаимодействуют с целевыми структурами на поверхности больной клетки по принципу «ключ-замок», и визуализирующие компоненты попадают в больные ткани. После этого остается «считать» визуализированную информацию. Над этой концепцией работает компания Kereos (СтЛуис) в сотрудничестве с Philips и Bristol-Myers Squibb.

Сложные молекулярные контрастные вещества, создаваемые на основе нанотехнолоий, пока еще не доступны для клинической практики. Но уже внедрены простые контрастные вещества, которые состоят из наночастиц окиси железа. Они обеспечивают высокую контрастность в диагностике заболеваний печени.

**Наномунипуляторы.**

Большинство нанороботов должны манипулировать различными объектами – от атомов до живых клеток. У макроскопических машин для подобных задач есть целый набор рабочих манипуляторов типа «рука робота». Так наноманипулятор будет должен обеспечивать точное позиционирование перемещаемых объектов с атомарной точностью. Детальных разработок подобного устройства в России пока нет. В российском проекте предусматривается наличие около 1000 наноманипуляторов, управляемых компьютером, для доступа к отдельным молекулам и атомам. Подобные манипуляторы будут управляться нанокомпьютерами (либо макрокомпьютерами). Отсчет времени на реализацию столь грандиозных планов начался в 2010 году. Результаты планируется представить уже к 2020 году. Поэтому сейчас это одна из наиболее бурно развивающихся отраслей нанотехнологий.

В Массачусетском технологическом университете во главе с известным ученым Мартином Калпеппером в 2003г. был создан наномунипулятор HexFlex, который превосходил всех конкурентов как по технологических характеристикам, так и по цене. Вскоре HexFlex получил награду R&D 100 . Чуть позже учеными Калпеппером и Ши-Ши Чен был создан Micro HexFlex - самый маленький в мире наноманипулятор, диаметром всего в один миллиметр. [18]

В настоящее время существуют лишь теоретические разработки в области [наноробототехники](http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article10799). Ее дальнейшее развитие тесно связано с прогрессом в создании [наноматериалов](http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article1371), [наноэлектромеханических систем](http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article1405), наносенсоров и [молекулярных моторов](http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article569). Важнейшей областью применения нанороботов должна стать медицина, а также другие сферы деятельности человека, использующие живые системы (сельское хозяйство, ветеринария, [биотехнология](http://thesaurus.rusnano.com/wiki/article597)). Ожидается, что с помощью нанороботов станет возможным передвигаясь по всему организму внутри мельчайших сосудов и внутри клеток, осуществлять направленную коррекцию врожденных генетических дефектов у человека, проводить чистку сосудов, эффективно бороться с сердечно-сосудистыми, онкологическими, нейродегенеративными и инфекционными заболеваниями.

Как утверждают ученые, большинство медицинских препаратов в конце ХХI века будут представлять собой совокупность специально разработанных медицинских нанороботов. При этом ученые надеются на развитие молекулярной нанотехнологии, позволяющей создавать структуры с атомарной точностью. Примеры подобных медицинских нанороботов уже разработаны и смоделированы методами квантовой механики «ab initio». Следующим шагом будет создание полного проекта наноробота на атомарном уровне, и, естественно, разработка соответствующего программного обеспечения.

## 1.5. Нанотерапия

Нанотерапия – это особенное направление в наномедицине, на сегодняшний день эффективно борющееся со многими заболеваниями. Принцип работы методик нанотерапиии заключается в том, что нанометровые молекулы могут применяться и в качестве активных веществ. Одним из новых подходов является **размельчение** активных лекарственных веществ до нанометровых размеров — около половины новых активных веществ, которые сейчас находятся в разработке, растворяются плохо, то есть, обладают недостаточной биодоступностью. Кристаллы активного лекарственного нановещества состоят из активного вещества и производятся в виде суспензии (наносуспензии), которую можно вводить внутривенно, а для перорального приема можно производить из нее гранулы или таблетки. При этом не нужна полимерная матрица, разрушение которой, как считают некоторые ученые, может оказывать токсическое действие на клетки. Одним из нанокристаллических препаратов, внедренных в клиническую практику еще в 2000 году, является Rapamune (Wyeth-Ayers Laboratories) — иммуносупрессивное средство, которое применяют после трансплантации органов. [6]

**Термотерапия наночастицами**, как один из методов нанотерапии, по всей видимости, имеет большую перспективу. Известно, что при попадании ближнего инфракрасного  излучения на нанотрубки, последние начинают вибрировать и разогревают вещество вокруг себя. Эффективность такой терапии оказалась весьма велика: у 80% мышей, получившую дозу раствора многослойных нанотрубок, раковые опухоли в почке через некоторое время полностью исчезли. Проводятся клинические исследования термотерапии опухолей мозга и рака предстательной железы.

Вот несколько достижений, которые уже сделаны: разработаны амфифильные белки, которые поддерживают рост клеток для восстановления поврежденного спинного мозга; покрытия областей опухоли головного мозга из магнитных наночастиц и чувствительных к ферментам частиц; зонды из наночастиц для внутриклеточной доставки препарата и экспрессии генов и квантовые точки, которые обнаруживают и определяют количество биомаркеров рака молочной железы человека.

Совсем недавно, в 2011г. было открыто новое направление в нанотерапии рака: Ученые из Университета Саутгемптона (University of Southampton) разработали сверхтехнологичные наноматериалы, нарушающие кровоснабжение раковых опухолей. [12] Группа ученых показала, что небольшая доза наночастиц золота может активировать или подавлять гены, вовлеченные в **ангиогенез**– сложный процесс, ответственный за доставку кислорода и питательных веществ в большинство типов злокачественных опухолей. Своей конечной целью исследователи считают разработку полного нанотехнологического набора инструментов для воздействия на процесс ангиогенеза. Они уже прошли около половины пути и, чтобы воплотить свои планы в жизнь в течение 5-10 лет, продолжают активный поиск источников финансирования.

Большое признание получила терапия Nano-Cancer, разработанная Берлинской компанией MagForce Nanotechnologies AG, которая в 2009 году проводила ряд клинических испытаний с участием больных рецидивной глиобластомой (особо агрессивной формой рака мозга). Результаты исследований показали, что использование терапии Nano-Cancer в сочетании с лучевой терапией является крайне эффективным, так как выживаемость пациентов увеличилась более чем в 2 раза, что рассматривается как прорыв в медицине [8]. Данные исследования имели историческое значение в наномедицине, так как повлекли за собой настоящую медицинскую революцию: основанная на физике и действии наночастиц терапия высокоэффективна и имеет минимальное количество побочных эффектов для пациентов.

В целом, можно сделать вывод о том, что нанотерапия, как специфический метод лечения различных заболеваний, в наномедицине является одним из самых развитых и коммерциализированных. Также методы нанотерапии намного более эффективны по сравнению с методами традиционной медицины тех же болезней: химиотерапия и облучение приводят к побочным нагрузкам и значительному понижению эффективности иммунитета, то есть к понижению сопротивления организма.

Исследования в данной области проводились в Берлинском университете Шарите еще в 2008г. Уже через 3 года, то есть 2011г. метод использования наночастиц для борьбы с раковыми опухолями допущен к применению в практическом здравоохранении.

Приведем некоторые показатели глобального рынка нанотерапии. По данным доклада [Global Industry Analysts, Inc., (GIA)](http://www.strategyr.com/) от начала 2011г., объем глобального рынка нанотерапии составит к 2015г. 316 млн.долл. Ключевым фактором роста рынка нанотерапии является сформировавшийся спрос на новую эффективную терапию для лечения рака и других, влияющих на смертность, заболеваний. Основными целями для нанотерапии во всем мире являются онкологические и сердечно-сосудистые заболевания.

**2. Анализ текущей ситуации на мировом и российском рынках нанотехнологий в области наномедицины**

Для начала рассмотрим ситуацию на настоящий момент на мировом рынке наномедицины.

Отметим, что в конце 2008г. объем мирового рынка наномедицины составлял 24 млрд. долларов, а при темпе роста в 10% к концу 2011 уже составляет 31,2 млрд. долларов, что составляет около 3,2% от общего мирового рынка нанотехнологий, который составляет на настоящий момент около 968 млрд. долларов. По прогнозам специалистов при сохранении темпов роста рынка нанотехнологий, до 2015г. его объем превысит 1 триллион долларов в год.

Сейчас правительства многих стран и масса корпораций инвестируют огромные деньги, чтобы узнать, какие перспективы имеет наномедицина. Большая часть инвестиций в наноразработки приходится на США, ЕС, Японию и Китай. Распределение мировых инвестиций по отраслям показывает, что наибольший их объем поступает в химический сектор и сферу фармацевтики, соответственно 50% и 9% от общего объема мировых инвестиций. Согласно данным компании Clentifica, в 2010г. лидирующее положение заняла фармацевтика – финансирование проектов в данной сфере увеличилось в 5 раз. Еще более значительную долю – до 52,6% в секторе медицины и биотехнологий прогнозируют занять ведущие компании, работающие в данном секторе индустрии. Таким образом, можно говорить о том, что в целом в мире в ближайшие годы наномедицина и фармацевтика станут одним из наиболее привлекательных направлений инвестирования.

Можно отметить следующую тенденцию: нанотехнологически развитые страны заинтересованы как в исследованиях, разработках продуктов наномедицины, так и во внедрении их на рынок. Одной из причин этого являются значительные инвестиции не только государства, но и частных компаний. Более того, можно наблюдать тенденцию повышение доли инвестирования частного капитала (48% инвестиций) над государственными инвестициями (46%). [4] В перечисленных выше странах уже сейчас успешно формируются стороны спроса и предложения рынка наномедицины.

Также по прогнозам Lux Research в 2014г. нанотехнологии будут применяться в 23% фармацевтических продуктов. Для сравнения, по данным этого же источника, в 2009г. отрасль фармацевтики и биомедицины потребляла лишь 5% товаров нанорынка.

В Приложении 1, в таблице 2.1. представлено долевое распределение компаний, работающих в области наномедицины по различным направлениям (в мире, за 2010г.) Анализируя эти данные, можно прогнозировать расширение в будущем количества направлений в наномедицине, так как по многим в настоящее время активно ведутся исследования и испытания (например, создание индивидуальных нанопрепаратов для конкретного человека или развитие в области наноробототехники).

Однако, не будем забывать о развивающемся мировом рынке фармацевтики и традиционной медицины, который пока что является основным конкурентом для развития рынка наномедицины. По данным IMS Health, его объем в 2009г. составлял 800 млрд.долларов, в 2010г. – уже 825 млрд.долларов, а в 2011 – 880млн.долларов. Темп роста этого рынка в 2009 году по отношению к 2008 составлял 7%, в 2010 по отношению к 2009 - немного снизился и составил 4-6%, а в 2011 по отношению к 2010 – 5-7% . Основными участниками этого рынка являются: США – лидер рынка (объем рынка к концу 2011г. достигнет 320-330 млрд. долл.), Япония, Китай на третьей позиции, демонстрирующий самые высокие темпы роста рынка (25-27%), а также 5 основных европейских фармацевтических рынков (Германия, Франция, Италия, Испания, Великобритания).

Вместе с тем, как уже отмечалось выше, темпы роста мирового рынка наномедицины составляют сейчас примерно 10% в год, и с каждым годом это значение растет. Таким образом, на данный момент, хоть объем мирового рынка наномедицины почти в 28 раз меньше рынка фармацевтики и традиционной медицины, его темпы роста уже существенно выше (10% против 6%, в среднем). К тому же специалисты обещают, что уже начало 2012 г. обещает уход с рынка знаковых мировых брэндов и знаменует новый этап инноваций. Он также станет определяющим годом для развития реформ здравоохранения на ключевых фармацевтических рынках в период восстановления мировой экономики. Чтобы сохранить и упрочить позиции на динамично развивающемся рынке, для фармпроизводителей будет важна фокусировка на индивидуальной ценности самого пациента и учете конкретных потребностей систем здравоохранения.

Перейдем к анализу российского рынка наномедицины. На настоящий момент его объем составляет всего 0,1% в мировом рынке наномедицины. Однако к 2015г. планируется занять долю рынка в 3%. Рассмотрим ситуацию подробнее.

Исследования и первые теоретические разработки в области наномедицины начали производиться в России уже сравнительно давно – около 30-40 лет назад. Тогда начался длительный и трудный процесс создания и накопления российскими учеными опыта и научных знаний, огромным массивом которых сейчас Россия может гордиться. В настоящее время в России огромный научный вклад в наномедицину делают Научно-исследовательские институты и университеты, нанотехнологические центры, крупные корпорации, научно-образовательные центры, биотехнологические кластеры, такие как, например: МГУ им. М.В. Ломоносова, МГУ им. Н.П. Огарева (республика Мордовия), Медицинский радиологический научный центр РАМН, Российская корпорация нанотехнологий «Роснано», Российский Научный Центр им. Н.Н. Блохина РАМН, Биофармацевтический кластер «СЕВЕРНЫЙ», ЦКП «Наноразмерная структура вещества» ЮФУ, а также множество проектных организаций [2].

Так, в России продолжает создаваться большой научный задел в наномедицине, но на практике большинство разработок так и остаются существовать на этом этапе, не имея возможности быть применимыми в российской медицинской и фармацевтической практике. Этот факт подтверждают количественные характеристики российского рынка наномедицины: к концу 2010г. – доля России в мировом рынке наномедицины составляла всего 0,1%, или порядка 950 млн. долларов. В мире наблюдается бум вложений в наноотрасли. Количество научных публикаций, патентов и журналов непрерывно растет. Существуют прогнозы создания уже к 2015 году товаров и услуг на $1трлн, включая и образование до 2 млн. рабочих мест. Однако уже сейчас, при мировом объеме рынка наномедицины в 968 млрд. долларов, отечественных разработок в нем почти нет. Но, стоит отметить, что Россия по-прежнему обладает хорошим потенциалом, о чем свидетельствует занимаемое ею шестое место по количеству научных публикаций, посвященных нанотехнологиям. До внедрения на рынок в России дошел лишь малый процент всех научных разработок. По данным RNN, разработкой научных проектов с дальнейшей перспективой их коммерческой реализации в настоящее время занимаются всего около 60 различных российских организаций и институтов. Конечно же, их катастрофически мало, учитывая потенциальные возможности развития наномедицины и всех ее направлений [2].

**2.1.Проблемы развития наномедицины и внедрения инновационных продуктов в России**

Механизм внедрения научных разработок не до конца отработан и в США, и в Европе, так как этот вопрос – один из самых сложных сегодня, но у России хорошие возможности в этой области. Для того чтобы начать применять лекарство на практике, мало показать, что оно работает на некоторых моделях. Нужно показать, что оно работает на всех без исключения моделях, на которых оно должно работать. Кроме того, нужно показать полную безопасность препарата.

На нижеследующей схеме отобразим последовательность трех основных барьеров при внедрении разработок на российский рынок наномедицины, существовавших в России в последнее десятилетие, а ниже рассмотрим их подробнее.

**Рис. 2.2 «Последовательность трех основных барьеров при внедрении разработок на российский рынок наномедицины, существовавших в России в последнее десятилетие»**

Итак, главный фактор, который отмечают многие российские специалисты и ученые в этой области, - это неготовность России сделать стратегический выбор в пользу усиленного развития и крупных инвестиций в область нанотехнологий в целом, и наномедицины, в частности. Пример развития Китая, как мировой научной державы, показывает, что даже в эпоху тяжелой ситуации в этой стране (60-е года, когда были закрыты все университеты) был сделан этот стратегический выбор в пользу развития нанотехнологий, и далее поставлен ряд глобальных стратегических задач, к решению которых страна шла 30 последующих лет. В результате, в Китае была создана научная среда, решены кадровые проблемы, а вложенные инвестиции принесли свои плоды в виде огромного числа инноваций [21].

Следующая проблема кроется в недостаточности финансирования проектов уже на этапах их развития как продуктов рынка нанотехнологий. В России фундаментальная наука финансируется хорошо, однако это финансирование, как правило, не направлено на создание коммерческого продукта. Чтобы провести клинические испытания какого-либо лекарства, средств недостаточно. Наступает так называемая «долина смерти», которую преодолевают далеко не все перспективные разработки. И только на завершающем этапе испытаний к финансированию подключаются фармацевтические компании, крупные корпорации. Потому что они заинтересованы в инвестировании в уже готовый продукт, который точно будет востребован рынком. Преодоление «долины смерти» во внедрении инновационных продуктов и разработок – это колоссальная научно-экономическая проблема будущего, которую на сегодняшний день мало кто знает, как решать [20].

На основе этих барьеров формируется новый барьер, связанный с недостаточно развитой инфраструктурой наноиндустрии в России ввиду малых объемов инвестирования в этом направлении. На этом же уровне присутствует барьер, связанный с недостаточной координацией работ государства в области наномедицины. Он заключается также в том, что в России сегодня нет постоянно действующих масштабных нанотехнологических форумов и конференций мирового уровня. При этом большинство российских специализированных конференций и выставок имеет локальный характер, а также мала доля российского представительства на крупных зарубежных конференциях и выставках.

Естественно, эти барьеры не являются единственными, из них вытекают следующие факторы, так или иначе влияющих на крайне низкий процент внедрений нанотехнологических разработок в России:

1. Низкая восприимчивость промышленности к разработкам в области нанотехнологий в условиях перехода экономики на инновационный путь, а также неготовность большинства компаний брать на себя риски по внедрению наномедицинских продуктов;

2. Многие российские ученые, не чувствуя в России надежной научной среды и возможностей практической реализации и внедрения их идей, уезжают за границу, где их разработки в скором времени оказываются экономически эффективными.

3. В процессе развития теоретической мысли, ученые или специалисты далеко не всегда задумываются о конкретном применении той или иной разработки, то есть не всегда задают себе следующие вопросы: «Какими параметрами будет обладать будущий продукт на основе этой идеи, чтобы эффективное лечить конкретное заболевание?», «Где и за счет чего действительно может быть прорыв?», «Какие продукт будет иметь конкурентные преимущества по сравнению с имеющимися и уже разрабатываемыми методами лечения?», а также «Как будут проводиться клинические испытания?» и «Как, в конечном итоге, будет организовано производство продукта?» Именно ответы на эти вопросы еще на этапе формирования новой идеи смогли бы в перспективе сделать будущий продукт практически применимым и востребованным на рынке.

Вместе с тем, как отметил в конце 2009г. Президент России Дмитрий Медведев, в России нет целостной стратегии по развитию фармацевтической индустрии и медицинской промышленности, а препараты, в основном, закупаются, а собственных разработок почти не ведется.

Однако необходимо отметить, что все же пока еще речь идет о зарождающемся российском рынке наномедицины и лекарственных нанопрепаратов. Как отметил гендиректор Российской корпорации нанотехнологий Анатолий Чубайс в 2010г., объем этого рынка колоссальный, потенциал огромный, и надо выстраивать и сторону спроса, и сторону предложения. В то же время, в России уже сейчас этот рынок медленно, но уверенно растет [2].

На мой взгляд, около 5 лет назад руководством страны все же был сделан тот стратегический выбор, о котором говорилось выше. Так в 2007 году в своем ежегодном послании к Федеральному собранию Президент России В.В.Путин заявил о необходимости создания «Российской корпорации нанотехнологий». 19 июля 2007г. органами исполнительной и законодательной власти был разработан Федеральный закон об образовании «Российской корпорации нанотехнологий», который был подписан Президентом.

Ключевыми направлениями деятельности созданной корпорации, являются:

• содействие реализации государственной политики в сфере нанотехнологий;

• развитие инновационной инфраструктуры в сфере нанотехнологий;

• реализация проектов создания перспективных нанотехнологий и наноиндустрий.

Также на реализацию принятой в 2007 году федеральной целевой программы «Развитие инфраструктуры наноиндустрии» в течение трех лет выделилось порядка 28 миллиардов рублей. Эти деньги были направлены в конкретные исследовательские центры, университеты, отделения академии наук по всей стране «для того, чтобы создать центры коллективного пользования приборной базой наноиндустрии».

Таким образом, уже в настоящее время наблюдается рост активности, как государства, так и частных организаций и институтов в сфере наномедицины, в частности.

К примеру, в 2010г. глава ФМБА Владимир Уйба высказал уверенность, что внедрение нанотехнологий в медицину, в частности, при создании центров ядерной медицины, принесет государству огромную прибыль. Он отметил, что в настоящее время готовится постановление правительства по созданию центров ядерной медицины, стоимость такого центра - около 14 млрд. рублей, при этом расчетная прибыль государства составит примерно 250 млрд. рублей, однако все же невозможно подсчитать реальную прибыль от сохранения человеческих жизней, поскольку каждая жизнь бесценна. Каждый центр ядерной медицины рассчитан на 30 тысяч человек в год. Владимир Уйба также отметил, что первоочередная задача при развитии наномедицины проводить тщательные исследования побочных эффектов, так как наноматериалы относятся к абсолютно новому классу продукции, и характеристика их потенциальной опасности для здоровья человека и состояния среды обитания во всех случаях является обязательной.

Однако в настоящее время общее мнение экспертов таково, что исследователи еще не создали инструментарий, необходимый для 100%-ной оценки рисков, связанных с нанотехнологиями в здравоохранении. Такие разработки на 3—5 лет отстают по срокам от собственно создания важнейших медицинских наноматериалов.

Отметим кратко достижения институтов и предприятий Среднего Урала. Как сообщают екатеринбургские ученые, специалисты Института электрофизики РАН создали образец самого маленького в мире рентгеновского аппарата, который можно использовать при обследовании нетранспортабельных больных.

К 2013г. ФГУП ПО Уральский оптико-механический завод выпустит опытные образцы станков с узлами бесконтактной силовой наномеханики. Эти станки позволят освоить производство приборов нового поколения для исследования структуры и динамических процессов в микрообъектах и, естественно, найдут применение в медицине. Также Холдинг «Юнона» совместно с ФГУП Институт реактивных материалов разрабатывают промышленную технологию дозированной упаковки радиоактивных наноэлементов в титановую капсулу. Капсулы предназначены для лечения раковых заболеваний и позволят значительно сократить дозу облучения.

Нельзя не отметить достижения специалистов ООО «Спецкерамика», Института высокотемпературной электрохимии УрО РАН и Свердловского областного клинического психоневрологического госпиталя для ветеранов войн в разработке и внедрении в практику эндопротезы и имплантантов опорно-двигательной системы нового поколения из керамических материалов. По своим характеристикам эти изделия не уступают лучшим зарубежным аналогам.

Таким образом, нужно сказать, что наномедицина в России продолжает развиваться, хотя на повестке дня остается множество проблем по развитию самого рынка наномедицины. В числе этих проблем – частичное недоверие и неприятие медицинских нанотехнологий (в частности, лекарственных препаратов) населением страны, вызванное сомнениями по поводу потенциала развития отечественной медицины.

**3. Значение развития наномедицины и ее влияние на рост экономики в России**

Актуальность развития наномедицины в России обусловлена, прежде всего тем, что политическое руководство страны неоднократно особо отмечало значимость запуска беспрецедентной широкомасштабной национальной программы по развитию нанонауки, нанотехнологий и наноиндустрии в целом, миссией которой впервые стало обеспечение прорыва в развитии страны на гребне мировой технологической революции в ближайшие 10–15 лет. Прежде всего, речь идет о внесении максимально весомого вклада в ускорение среднесрочного экономического роста и кардинальное улучшение качества жизни в России, что позволит уже в среднесрочной перспективе вывести нашу страну в мировые технологические лидеры. На данный момент в общем объеме производственных запросов на инвестиции доля наномедицины составляет около 15%.

Степень успеха участия Российской федерации в глобальной технологической революции, которая в значительной мере определит историческую перспективу страны, будет напрямую зависеть от того, в какой мере и насколько быстро Россия сможет адаптировать для себя передовой опыт мировых технологических лидеров, прежде всего Соединенных Штатов Америки и Европейского союза. В данном случае речь идет о широкомасштабном использовании среднесрочных национальных стратегий макроинвестиций в разработку и внедрение высоких технологий в различных отраслях, включая здравоохранение и фармацевтику.

Важно помнить, что любой рынок строится на взаимодействии спроса и предложения той или иной продукции. К настоящему моменту большая часть населения России уже осознала потребность в более эффективном лечении заболеваний, в своевременном предупреждении этих заболеваний и в целом, в улучшении качества своей жизни. Также многим известен тот факт, что население России с каждым годом стареет, при этом падает уровень средней продолжительности жизни граждан. Естественно, не всегда причиной этого является недостаточное развитие медицины в стране, однако применение нанотехнологий в здравоохранении позволило бы существенно изменить сложившуюся ситуацию. Таким образом, потребность в наномедицине у граждан постепенно формируется. Но чтобы из этой потребности сформировался спрос на нанопродукты в медицине, необходимо более полно информировать население о появлении тех или иных разработок, об их возможностях помочь людям.

Вместе с тем, российским компаниям, занимающимся внедрением нанотехнологий в медицине необходима программа реализации нанопродукции, что подразумевает проведение процесса адаптации продукции для конечных потребителей. Именно поэтому здесь необходима государственная поддержка, например, в развитии инфраструктуры, обеспечивающей поддержку инновационной деятельности в этой сфере на всех ее стадиях. Немаловажно для России сейчас отслеживать направления развития мирового рынка наномедицины, а также рынков ведущих в этой области стран, и придерживаться мировых тенденций.

Таким образом, можно сказать, что рынок наномедицины в России сейчас находится на стадии зарождения и, соответственно, требует больших вложений. Однако, при темпах его роста, сопоставимыми с темпами роста в ведущих в сфере наномедицины странах, вложенные средства во внедрение нанотехнологических проектов будут достаточно быстро окуплены. Необходимо подготовить рынок к появлению новых методов лечения заболеваний, к новым, незнакомым лекарственным препаратам потому, как наномедицина и нанофармацевтика будут обладать (а некоторые образцы уже обладают) целым рядом конкурентных преимуществ. Одним из самых существенных преимуществ будет сравнительно невысокие цены на нанопрепараты, поскольку механизм нанодоставки позволяет снизить необходимые объемы вещества в сотни раз, делая итоговое лекарство дешевле обычных лекарственных препаратов.

В целом, наномедицина станет новым способом решения множества проблем и неразрешенных вопросов человеческого здоровья, которые непосильны имеющейся сейчас медицине. Наномедицина несомненно охватит всю отрасль здравоохранения в России и выведет на новый уровень качество предоставления медицинских услуг и, соответственно, качество жизни граждан России. Степень развития науки в нашей стране уже достаточно высока для того, чтобы в будущем российская наномедицина была востребована не только на российском рынке, но и на мировом. Развитие этого рынка и, в частности, дальнейший рост стороны спроса, повлечет за собой рост количества компаний с предложением услуг в наномедицине, либо новых фармацевтических компаний.

Поэтому развитие нанотехнологий в медицине в России сегодня можно без сомнения расценивать как фактор, способствующий экономическому росту страны и упрочнению ее позиций на мировом рынке нанотехнологий.

Резюмируя все вышесказанное, наномедицина в России сегодня - перспективная область развития науки, но до внедрения ее в практику необходимо массу барьеров, а аткже должно пройти значительное количество исследований, направленные на увеличение надежности, эффективности и, прежде всего, безвредности ее использования. Проведение широкомасштабных исследований, направленных на выяснение рисков и последствий, которые могут возникнуть для конкретного человека или даже человечества в целом, играет огромную роль для дальнейшего будущего наномедицины. По словам аналитиков уже через 15-20 лет наномедицина в России сможет осуществить качественный прорыв в системе здравоохранения в целом, перераспределить силы на фармацевтическом рынке, доказав, что отечественные разработки не только не уступают зарубежным, но и способны превосходить их по техническим и ценовым характеристикам, и в результате оказать серьезное влияние на развитие экономики России.

# Заключение

В данной научной работе была достигнута главная цель - была выявлена ключевая роль рынка наномедицины в решении проблем, стоящих перед здравоохранением сегодня, были подробно рассмотрены проблемы и барьеры развития наномедицины в России.

Был проведен мониторинг современных достижений и новых решений в каждом направлении развития наномедицины, а самые значимые из них отражены в работе. Вместе с тем, был отмечен сильный рост количества публикаций по наномедицине и ее направлениям развития по всему миру. По росту количества публикаций и полученных патентов в разных странах можно было судить о развитии сектора в целом в той или иной стране. Так, по общему количеству патентов в области нанотехнологий однозначно лидируют США – на долю американских компаний, университетов и частных лиц приходится около 40% всех выданных в мире патентов.

Также в работе был проведен анализ состояния рынка нанотехнологий в области наномедицины в России и мире, исследованы тенденции развития обоих рынков нанотехнологий в медицине. На их основе были составлены прогнозы развития рынков, исследованы возможные пути внедрения медицинских нанопродуктов. Далее были кратко рассмотрены возможные риски и негативные последствия при использовании недостаточно хорошо изученных нанопродуктов в медицине.

Можно сделать обобщающий вывод о том, что данная отрасль сейчас в России начинает свое развитие, и в ближайшее 15-20 лет ожидается значительный рост темпов её роста, что, в свою очередь, несомненно окажет существенное влияние на рост экономики в стране, в целом. Однако существуют «подводные камни» в области внедрения и дальнейшего применения нанотехнологий в медицине, которые нуждаются в тщательном исследовании.

Нужно отметить, что нанотехнологии на сегодняшний день обладают огромным потенциалом, чтобы решить глобальные человеческие проблемы, в том числе и проблемы смертности, старения и лечения заболеваний. Дальнейшее развитие нанотехнологий в данной области способно кардинально изменить ситуацию в здравоохранении, сложившуюся в настоящее время. Новые методы будут способны полностью изменить человеческую жизнь, увеличив среднюю продолжительность жизни людей, повысив качество их жизни, в целом. Такие революционные изменения непременно повлекут за собой исчезновение одних рынков в медицине и фармацевтики и замену их рынками нанопродукции.

**Список использованных источников**

1. [www.ru.wikipedia.org](http://www.ru.wikipedia.org) - Свободная интернет – энциклопедия.
2. www.rusnanonet.ru - Информационно-аналитический портал российской национальной нанотехнологической сети.
3. [www.innovbusiness.ru](http://www.innovbusiness.ru) - Портал информационной поддержки инноваций и бизнеса.
4. А. Ковалев. Концептуальные модели прогноза глобального нанорынка и его структура. Журнал «Маркетинг» №3, 2010
5. www.nanodigest.ru – Интернет-журнал о нанотехнологиях «Нано Дайджест».
6. [www.nanonewsnet.ru](http://www.nanonewsnet.ru) - Первое российское информационно-аналитическое on-line издание, посвященное вопросам наноиндустрии.
7. [www.4nano.ru](http://www.4nano.ru) – Информационный портал о нанотехнологиях, развитии нанотехнологий в России и Татарстане.
8. [www.globalscience.ru](http://www.globalscience.ru) - Научно-популярный интернет-журнал
9. [www.nano-edu.ulsu.ru](http://www.nano-edu.ulsu.ru) - Интернет-библиотека, посвященная нанотехнологиям.
10. «Рынок нанотехнологий: состояние и перспективы» // Учебное пособие. Москва, МИРЭА – ИКАР, 2008.
11. [www.5laboratory.com](http://www.5laboratory.com) – Официальный сайт научно-внедренческой фирмы «Фрактал».
12. [www.nanosvit.com](http://www.nanosvit.com) - Официальный сайт компании «НАНОмир».
13. [www.remedium.ru](http://www.remedium.ru) – Официальный сайт группы компаний «Ремедиум».
14. [www.zdrav.ru](http://www.zdrav.ru) – профессиональное сообщество медицинских руководителей.
15. [www.mma.ru](http://www.mma.ru) – сайт Первого Московского Государственного Медицинского Университета им. И.М.Сеченова. Публикации о наномедицине.
16. [www.cbio.ru](http://www.cbio.ru) – Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология».
17. [www.1prime.ru](http://www.1prime.ru) – Агентство экономической информации.
18. [www.portalnano.ru](http://www.portalnano.ru) – Федеральный Интернет-портал «Нанотехнологии и наноматериалы».
19. [www.vokrugsveta.ru](http://www.vokrugsveta.ru) – Электронный журнал «Вокруг Света», рубрика «Медпрактикум».
20. [www.strf.ru](http://www.strf.ru) – Интернет-портал наука и технологии в РФ.
21. [www.gazeta.ru](http://www.gazeta.ru) – Информационное Интернет-издание.

**Приложение 1**

**Рис. 1.1. Прогноз совокупного объема мирового рынка наноструктурированных мембран до 2017 года.**

**Рис. 1.2. Объем совокупного мирового рынка адресной доставки лекарств в клетку.**

На представленном выше графике синяя линия приводит значения размера рынка в соответствии с данными NanoMarkets, Venture Development Associates. Красная линия – линия тренда, характеризующее среднее увеличение размера рынка к 2014г.,которое составит порядка 6500 миллионов долларов.

**Таблица 2.1.**

**Распределение компаний, работающих в области наномедицины, по направлениям (в мире, 2010г.)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Направление деятельности компаний** | **Доля компаний на мировом рынке, %** |
| 1. | Системы адресной доставки лекарств в  клетку | 54 |
| 2. | Наноимплантанты | 17 |
| 3. | Средства для диагностики in vivo | 7 |
| 4. | Средства для диагностики in vitro | 16 |
| 5. | Методы и средства нанотерапии | 3 |
| 6. | Прочие | 3 |