



Министерство образования и науки  
Российской Федерации



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Институт статистических исследований  
и экономики знаний

# Прогноз научно-технологического развития России: 2030



## Медицина и здравоохранение



[prognoz2030.hse.ru](http://prognoz2030.hse.ru)



Министерство образования и науки  
Российской Федерации



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Институт статистических исследований  
и экономики знаний

# Прогноз научно-технологического развития России: **2030**



## Медицина и здравоохранение

Москва 2014

УДК 61-043.86  
ББК 65.495  
П78

**Авторы:**

А.Ю. Гребенюк, И.П. Каминский, Ю.В. Кистенев, Л.М. Огородова,  
М.В. Патрушев, С.Г. Псахье, А.В. Соколов, А.А. Чулок

*Авторский коллектив выражает искреннюю благодарность  
за значительный вклад в экспертизу представленных в докладе материалов:  
А.И. Арчакову, М.Ю. Бебурову, А.Г. Габипову, П.П. Каминскому, М.П. Кирпичникову,  
А.В. Лисице, А.А. Макарову, В.О. Попову, А.Э. Сазонову, К.Г. Скрыбину, В.П. Скулачеву,  
Д.В. Стамбольскому, В.А. Ткачуку, М.В. Угрюмову.*

**Прогноз научно-технологического развития России: 2030. Медицина и здравоохранение** / под.  
П78 ред. Л.М. Гохберга, Л.М. Огородовой. – Москва : Министерство образования и науки Российской Федерации,  
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2014. – 48 с.  
ISBN 978-5-906737-03-8

Работа выполнена Национальным исследовательским университетом «Высшая школа экономики» по заказу Министерства образования и науки Российской Федерации.

Цель долгосрочного Прогноза научно-технологического развития на период до 2030 года – определение наиболее перспективных для России областей развития науки и технологий, обеспечивающих реализацию конкурентных преимуществ страны. Итоговые рекомендации прошли широкое обсуждение с привлечением значительного числа российских и зарубежных экспертов, которые принимали участие в определении и оценке глобальных вызовов и окон возможностей, инновационных рынков, радикальных продуктов и технологий, выборе приоритетных областей научных исследований и их верификации.

В рамках разработки прогноза сформирована сеть отраслевых центров научно-технологического прогнозирования, включающая ведущие научные организации, вузы и инновационные компании из 40 регионов России.

Выполненная работа была сфокусирована на семи приоритетных направлениях развития науки и технологий. В данной публикации представлены материалы по приоритетному направлению «Медицина и здравоохранение».

В докладе использованы материалы следующих организаций:

- Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»;
- Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова;
- Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»;
- отраслевого центра научно-технологического прогнозирования на базе Сибирского государственного медицинского университета;
- технологических платформ («Медицина будущего», «БиоТех2030» и др.).

Приведенные в докладе материалы представляют практический интерес для органов государственного управления, компаний, научных организаций, вузов, технологических платформ, инновационных территориальных кластеров и других заинтересованных организаций.

*Издание подготовлено при поддержке Программы «Фонд развития прикладных исследований  
Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».*

УДК 61-043.86  
ББК 65.495

ISBN 978-5-906737-03-8

© Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики», 2014  
При перепечатке ссылка обязательна

## Содержание

Аббревиатуры.....	4
Введение .....	5
Методические комментарии.....	12
<b>1. Вызовы и окна возможностей.....</b>	<b>13</b>
<b>2. Перспективные рынки, продукты и услуги .....</b>	<b>17</b>
<b>3. Перспективные направления научных исследований.....</b>	<b>23</b>
3.1. Перспективные лекарственные кандидаты.....	24
3.2. Молекулярная диагностика.....	27
3.3. Молекулярное профилирование и выявление молекулярных и клеточных механизмов патогенеза .....	32
3.4. Биомедицинские клеточные технологии.....	34
3.5. Биodeградируемые и композиционные материалы медицинского назначения .....	38
3.6. Биоэлектродинамика и лучевая медицина .....	41
3.7. Геномная паспортизация человека .....	43
Список литературы .....	45

## Аббревиатуры

ДНК	Дезоксирибонуклеиновая кислота
ЕС	Европейский союз
ИиР	Исследования и разработки
МРТ	Магнитно-резонансная томография
НИУ ВШЭ	Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
ОЭСР	Организация экономического сотрудничества и развития
ПНТР	Прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 г.
РНК	Рибонуклеиновая кислота
СПИД	Синдром приобретенного иммунодефицита
ЮНИДО	Организация Объединенных Наций по промышленному развитию (United Nations Industrial Development Organization – UNIDO)

*«Сейчас завершается разработка долгосрочного прогноза научно-технологического развития России до 2030 года. Выделены конкретные направления как для подъема традиционных секторов, так и для прорыва на рынке высоких технологий...»*

В.В. Путин

Послание Президента Российской Федерации  
Федеральному Собранию Российской Федерации,  
12 декабря 2012 г.

.....  
*«Прогноз должен послужить основой для разработки стратегий и инновационных программ крупнейших российских компаний ... Прогноз носит не только индикативный характер... – это прогноз, на основе которого готовятся планы».*

Д.А. Медведев

Совещание с вице-премьерами,  
20 января 2014 г.

## Введение

**В** январе 2014 г. Председателем Правительства Российской Федерации был утвержден долгосрочный Прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 г. (ПНТР)<sup>1</sup>. Доклад, содержащий его детальные результаты, был согласован с заинтересованными министерствами и ведомствами (Минкомсвязи России, Минздравом России, Минтрансом России, Минфином России, Минэкономразвития России, Минпромторгом России, Минприроды России, Минэнерго России, Роскосмосом), Российской академией наук и одобрен на заседании Межведомственной комиссии по технологическому прогнозированию президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России<sup>2</sup> 17 декабря 2013 г. Значение ПНТР для определения стратегических перспектив социально-экономического и научно-технологического развития страны отмечено в послании Президента Российской Федерации Федеральному Собранию 12 декабря 2012 г. [Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию, 2012], а также Председателем Правительства Российской Федерации на совещании с вице-премьерами 20 января 2014 г. [Совещание с вице-премьерами, 2014].

В настоящем докладе представлены подробные результаты ПНТР по приоритетному направлению «Медицина и здравоохранение».

Разработка ПНТР осуществлялась на фоне серьезных изменений, происходящих в последние годы в отечественной экономике (в частности, в сфере науки и инноваций), и связанных с этим преобразований научно-технической и инновационной политики, расширения круга ее субъектов и спектра используемых инструментов.

<sup>1</sup> Резолюция № ДМ-П8-5 от 3 января 2014 г.

<sup>2</sup> Создана решением президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации и инновационному развитию России от 28 июня 2013 г. (протокол № 1) во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике» (абзац 2 подпункта «д» пункта 2).



Одна из первоочередных задач, стоящих перед Россией, – поиск новых источников экономического роста, который невозможен без масштабной модернизации традиционных секторов экономики на базе современных технологий, а также создания новых производств, обеспечивающих выход на формирующиеся высокотехнологические рынки. Перевод российской экономики на инновационные рельсы предполагает опережающую динамику высокотехнологичных отраслей промышленности и сферы услуг и радикальное повышение их конкурентоспособности, что требует дальнейшего совершенствования научно-технической и инновационной политики, повышения качества ее информационного и методического обеспечения, усиления доказательной базы<sup>3</sup>.

Указанный комплекс задач предопределил *основную цель разработки ПНТР – выявление наиболее перспективных для России областей развития науки и технологий, обеспечивающих реализацию конкурентных преимуществ страны*. Для ее достижения в течение последних лет осуществляется системная работа, связанная с проведением комплекса Форсайт-исследований.

Первым крупным проектом национального уровня стал долгосрочный прогноз научно-технологического развития России на период до 2025 г., инициированный в 2007 г. Минобрнауки России. Он охватывал три крупных блока: макроэкономический прогноз российской экономики; прогноз сферы науки и технологий по приоритетным направлениям и отраслевой прогноз, содержащий варианты технологического развития ключевых секторов экономики. Центральным элементом проекта стало проведение масштабного опроса экспертов с использованием метода Дельфи. На его основе были выделены более 800 технологий в 10 перспективных направлениях научно-технологического развития, а затем осуществлен опрос 100 крупнейших компаний с целью анализа текущего и перспективного спроса на эти технологии.

На следующем этапе научно-технологического прогнозирования (2009–2010 гг.) был обобщен опыт зарубежных и международных прогнозов в социально-экономической и научно-технологической сферах, на базе которого выполнены оценки будущего глобальной экономики и отдельных крупных мировых рынков с учетом ожидаемых последствий финансово-экономического кризиса. Полученные результаты легли в основу макроэкономического прогноза российской экономики, а также вариантного прогноза технологического развития ряда секторов. Были определены группы перспективных технологий и продуктов, отвечающие приоритетам технологической модернизации страны.

В 2013 г. завершилась работа по формированию ПНТР, в рамках которой были получены следующие основные результаты:

- выделены тренды, оказывающие максимальное влияние на сферу науки и технологий, и порождаемые ими вызовы долгосрочного развития экономики, науки и общества в глобальном и национальном контекстах;
- для семи приоритетных направлений развития науки и технологий («Информационно-коммуникационные технологии»; «Биотехнологии»; «Медицина и здравоохранение»; «Новые материалы и нанотехнологии»; «Рациональное природопользование»; «Транспортные и космические системы»; «Энергоэффективность и энергосбережение»):
  - на основе выявленных трендов определены угрозы и окна возможностей для России;
  - идентифицированы перспективные рынки, продуктовые группы и потенциальные области спроса на российские инновационные технологии и разработки;
  - составлено детальное описание приоритетных тематических областей развития науки и технологий и сформулированы более 1000 первоочередных задач науч-

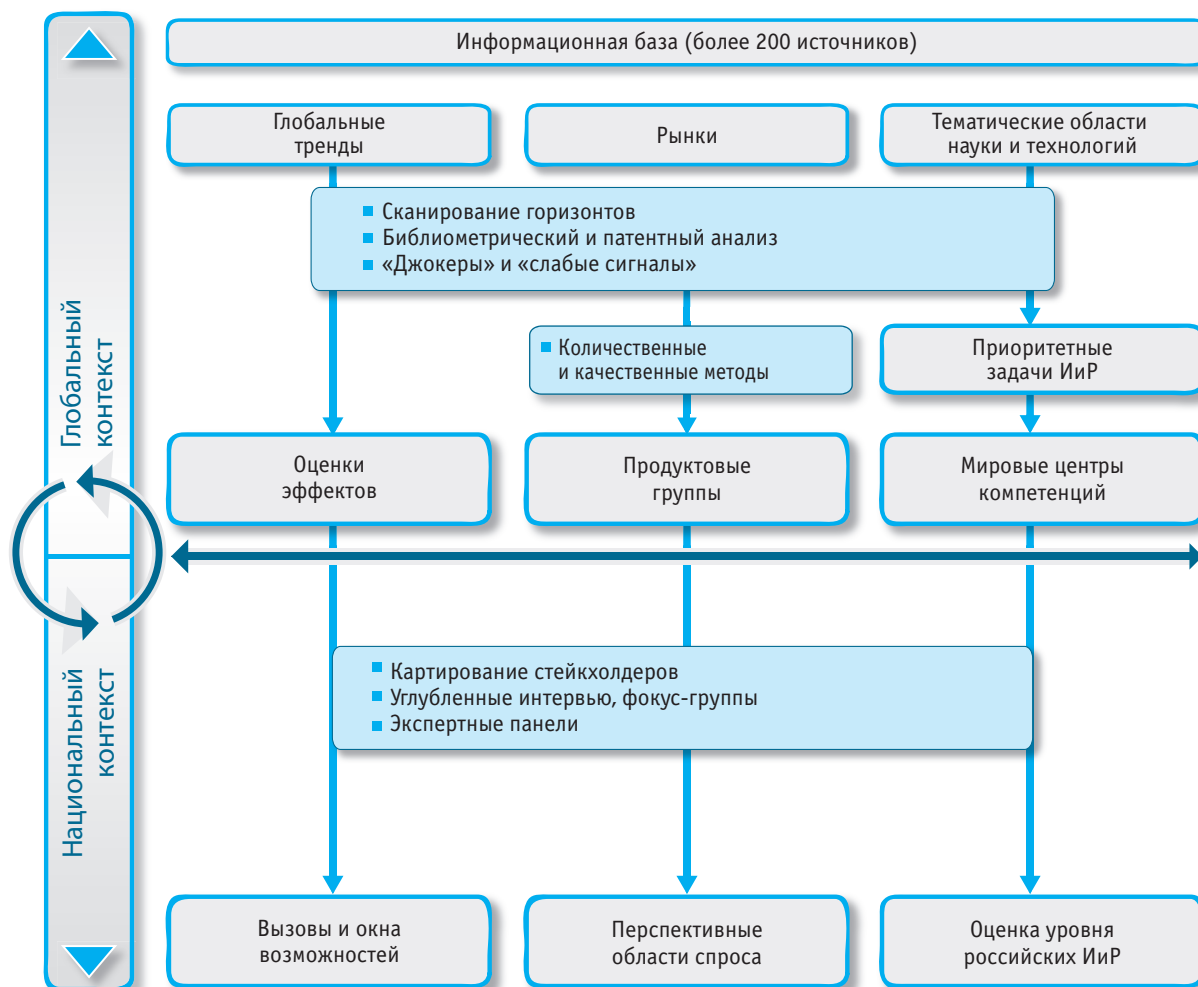
<sup>3</sup> Данная проблематика находилась в центре внимания Экспертной группы № 5 «Переход от стимулирования инноваций к росту на их основе», созданной в соответствии с поручением Председателя Правительства Российской Федерации В.В. Путина № ВП – П13-209 от 19 января 2011 г. для подготовки рекомендаций по актуальным проблемам стратегии социально-экономического развития страны на период до 2020 г.

- ных исследований и разработок, реализация которых необходима для появления выделенных групп инновационных продуктов и услуг;
- дана оценка состояния отечественных исследований в этих областях: выявлены «белые пятна», а также зоны паритета и лидерства, которые могут стать основой для интеграции в международные альянсы, позиционирования нашей страны как центра глобального технологического развития;
  - подготовлены рекомендации, направленные на активизацию использования результатов ПНТР в практике научно-технической и инновационной политики, в том числе при формировании, корректировке и реализации государственных программ Российской Федерации, включая федеральные целевые программы научно-технологической направленности.

## Организация и методология выполнения работ

Настоящее исследование отличается от предшествующих работ по долгосрочному прогнозированию более сложной структурой, а также глубиной проработки общей концепции. Схема организации разработки ПНТР представлена на рис. 1.

**Рис. 1. Организация разработки долгосрочного Прогноза научно-технологического развития России на период до 2030 года**



Источник: НИУ ВШЭ.





При формировании ПНТР был применен широкий спектр современных инструментов Форсайта, которые, с одной стороны, в наибольшей степени адаптированы к российской специфике, с другой – подтвердили свою эффективность в международной практике. В ходе разработки прогноза была реализована интеграция нормативного («market pull») и исследовательского («technology push») подходов к прогнозированию. Нормативный подход носил проблемно-ориентированный (рыночный) характер: для выбранных научно-технологических направлений сначала определялись ключевые вызовы и окна возможностей, затем – соответствующие решения в терминах «пакетов технологий» либо иных ответов. Исследовательский подход был нацелен на идентификацию перспективных продуктов и прорывных технологий, способных коренным образом изменить существующие экономическую, социальную и производственную парадигмы. Рекомендации ПНТР формировались одновременно с трех позиций: науки, бизнеса и органов управления, – что позволило в рамках диалога с различными группами бенефициаров не только выявить перспективные области исследований и разработок, но и понять, кто и каким образом сможет воспользоваться результатами их развития.

В качестве инструментов прогнозирования использовались как уже ставшие традиционными методы (выбор приоритетов, построение образов будущего, дорожные карты, анализ глобальных вызовов), так и достаточно новые подходы (сканирование горизонтов, «слабые сигналы» (weak signals), «джокеры» (wild cards)<sup>4</sup> и др.).

Данные, полученные в ходе экспертного опроса и глубинных интервью, были уточнены в соответствии с материалами организаций – участников сети отраслевых центров прогнозирования научно-технологического развития на базе ведущих российских вузов по шести приоритетным направлениям.

## Источники информации для подготовки прогноза

В основу исследования были положены более 200 материалов, среди которых:

- аналитические исследования и прогнозы международных организаций (ОЭСР, Европейской комиссии, ООН, ЮНИДО, Всемирного банка, Всемирной организации здравоохранения и др.);
- национальные прогнозы науки и технологий (Великобритании, Германии, Франции, США, Японии, Республики Корея, Китая, Бразилии, ЮАР, Финляндии, Нидерландов, Тайваня и др.);
- прогнозы крупных корпораций, а также ряда международных профессиональных ассоциаций;
- материалы ведущих зарубежных Форсайт-центров (RAND Corporation, Института перспективных технологических исследований ЕС, Университета Манчестера, Национального института научно-технической политики Японии, Бизнес-школы Телфера Университета Оттавы, Корейского института оценивания и планирования науки и технологий, Технологического университета Джорджии, Института политики и менеджмента Китайской академии наук, Австрийского института технологий и др.);
- российские прогнозы в сфере науки и технологий, в том числе реализованные по заказам Минобрнауки России;
- документы стратегического характера, отражающие долгосрочные перспективы развития российской экономики и ее отдельных секторов (Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года,

<sup>4</sup> События, характеризующиеся низкой вероятностью наступления, но высоким потенциальным эффектом воздействия (возможно, негативным), способные привести к неожиданной траектории развития будущего.



Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года, стратегии развития отраслей, программы инновационного развития компаний и др.);

- базы данных патентных служб (Роспатента, патентного ведомства США – USPTO, Европейского патентного ведомства – EPO, Всемирной организации интеллектуальной собственности – WIPO и др.);
- базы данных международных журналов (ISI Web of Knowledge компании Thomson Reuters, Scopus компании Elsevier, Российский индекс научного цитирования и др.).

## Инфраструктура прогноза

В ходе реализации ПНТР на базе созданных в ведущих вузах отраслевых центров научно-технического прогнозирования была сформирована экспертная сеть, охватывающая более 200 организаций (научных центров, вузов, компаний реального сектора и др.) и свыше 2000 экспертов, выбор которых проводился на базе специально разработанных процедур и критериев. К экспертам предъявлялись жесткие квалификационные требования: наличие публикаций с высоким индексом цитирования, патентов, участие в крупных научных мероприятиях, известность в профессиональной среде и т.п. В качестве экспертов-практиков к разработке прогноза были привлечены представители инновационных компаний, инжиниринговых центров, маркетинговых организаций, организаций – потребителей и поставщиков (распространителей) инновационной продукции и др. Таким образом были сформированы рабочие группы экспертов высшего уровня по важнейшим направлениям развития науки и технологий (более 120 ведущих российских и зарубежных ученых) и расширенные рабочие группы, включающие представителей науки, государства, бизнеса, экспертного сообщества, общей численностью свыше 800 человек.

Среди иностранных специалистов, принимавших участие в подготовке прогноза, – представители международных организаций, крупных университетов и исследовательских центров, а также руководители научных лабораторий, организованных в рамках реализации грантов Правительства Российской Федерации, выделяемых на конкурсной основе для государственной поддержки научных исследований, проводимых в российских вузах и НИИ. Кроме того, была сформирована специальная группа зарубежных экспертов, задачами которой стали обсуждение методологии проводимых исследований и валидация полученных результатов. В ее состав вошли более 100 специалистов из ОЭСР, ЮНИДО, крупнейших мировых Форсайт-центров (из Великобритании, США, Канады, Японии, Республики Корея, Германии, Франции и др.).

## Обсуждение и валидация результатов прогноза

Результаты прогноза обсуждались на международных и российских форумах с участием ведущих мировых ученых и специалистов, в числе которых:

- Future-oriented Technology Analysis (май 2011 г., Севилья);
- Foresight and Science, Technology and Innovation Policies: Best Practices (Форсайт и научно-техническая и инновационная политика: лучший опыт), (октябрь 2011 г., Москва);
- International Research Conference on Foresight and Futures (август 2011 г., Стамбул);
- Knowledge Intensive Service Businesses (октябрь 2011 г., Карлсруэ);
- XIII Апрельская международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества (апрель 2012 г., Москва);
- Innovative Methods for Innovation Management (май 2012 г., Пекин);



- R&D Management Conference (май 2012 г., Гренобль);
- Bromley Memorial Lecture and Event on Science Technology Innovation Policy (май 2012 г., Оттава);
- 2012 STEPI International Symposium (май 2012 г., Сеул);
- OECD Innovation Policy Platform (июнь 2012 г., Париж);
- Foresight for Innovative Responses to Grand Challenges (Форсайт: инновационные ответы на глобальные вызовы), (октябрь 2012 г., Москва);
- XIV Апрельская международная научная конференция по проблемам развития экономики и общества (апрель 2013 г., Москва);
- Creating Markets from Research Results (май 2013 г., Мюнхен);
- R&D Management (июнь 2013 г., Манчестер);
- Global Research and Social Innovation: Transforming Futures (21-я конференция Всемирной федерации исследований будущего), (июнь 2013 г., Бухарест);
- ISPIM 2013: Innovating in Global Markets: Challenges for Sustainable Growth (июнь 2013 г., Хельсинки);
- Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России: направления практического использования результатов (сентябрь 2013 г., Москва);
- Форсайт и научно-техническая и инновационная политика (октябрь 2013 г., Москва);
- Оценка эффектов форсайт-исследований в России и Европейском Союзе (январь 2014 г., Москва) и др.

## Использование результатов прогноза

ПНТР является важной составляющей системы технологического прогнозирования, ориентированной на обеспечение перспективных потребностей обрабатывающего сектора экономики, с учетом развития ключевых производственных технологий, созданной согласно Указу Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 596 «О долгосрочной государственной экономической политике» (абзац 2 подпункта «д» пункта 2). На состоявшемся 4 октября 2013 г. заседании Межведомственной комиссии, посвященном результатам ПНТР, был утвержден План мероприятий по обеспечению использования результатов долгосрочного Прогноза научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года при корректировке документов государственных программ Российской Федерации научно-технологической направленности, а также приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации. Данный план предполагает проведение серии организационно-методических, экспертно-аналитических и информационных мероприятий.

Отдельные результаты ПНТР были использованы при:

- разработке Прогноза долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года<sup>5</sup>;
- подготовке государственной программы «Развитие науки и технологий» на период до 2020 года<sup>6</sup>;
- корректировке прогнозных параметров «Энергетической стратегии России на период до 2030 года» до 2035 года и формировании целевого видения развития российской энергетики на период до 2050 года;
- подготовке проекта доклада Президенту Российской Федерации по вопросу формирования перечня приоритетных научных задач, решение которых требует использо-

<sup>5</sup> Утвержден Правительством Российской Федерации 25 марта 2013 г.

<sup>6</sup> Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 декабря 2012 г. № 2433-р.

вания возможностей федеральных центров коллективного пользования научным оборудованием<sup>7</sup>;

- проведении отраслевых Форсайтов и разработке соответствующих дорожных карт (развития космической навигации, авиационной науки и технологий, судостроения, нефтехимии, биотехнологий и генной инженерии, производства композиционных материалов и др.);
- формировании программ развития инновационных территориальных кластеров, стратегических программ исследований технологических платформ, программ инновационного развития ряда российских компаний.

Результаты ПНТР могут быть использованы:

- заинтересованными федеральными органами исполнительной власти – при формировании, корректировке и реализации государственных программ Российской Федерации; федеральных целевых программ научно-технологической направленности, включая планы и детальные планы-графики их реализации; приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации; перечня критических технологий Российской Федерации; отраслевых документов государственного стратегического планирования, включая отраслевые критические технологии;
- государственными корпорациями научно-технологического профиля, имеющими длительный горизонт планирования (ОАО «ОАК», «Ростех», «Росатом» и др.), – для формирования программ инновационного развития; институтами Российской академии наук – для формирования планов исследований;
- научным сообществом – для определения востребованных направлений научных исследований, а также продвижения имеющихся научно-технологических решений через создаваемые в рамках долгосрочного прогноза коммуникационные площадки;
- бизнес-сообществом – для формирования стратегий развития предприятий и инвестиционных проектов, связанных с технологической модернизацией;
- технологическими платформами – при формировании, корректировке и реализации стратегических программ исследований;
- институтами развития, ориентированными на поддержку инноваций (Банк развития и внешнеэкономической деятельности, ОАО «Российская венчурная компания», ОАО «РОСНАНО»), – для формирования долгосрочных планов;
- инновационными территориальными кластерами – при формировании, корректировке и реализации стратегий средне- и долгосрочного развития.

Согласно проекту федерального закона «О государственном стратегическом планировании» прогноз должен разрабатываться на регулярной основе во взаимосвязке с другими документами государственного стратегического планирования и с целью формирования системы научно обоснованных представлений о направлениях и ожидаемых результатах научно-технологического развития страны.

\* \* \*

В настоящем издании, посвященном приоритетному направлению развития науки и технологий «Медицина и здравоохранение», приводится детальная информация о глобальных трендах, вызовах и окнах возможностей в рассматриваемой сфере, возникающих угрозах и степени их влияния на Россию. Представлен анализ важнейших перспективных рыночных ниш, продуктов и услуг, способных оказать радикальное влияние на динамику мировых и внутренних рынков, с указанием их потребительских свойств. Рассмотрены перспективные области научных исследований, приведена сравнительная оценка их уровня в России и странах-лидерах.

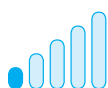
<sup>7</sup> Письмо Минобрнауки России № МОН-П-119 от 17 января 2014 г.

## Методические комментарии

Для выбора приоритетов прикладной науки, направленных на создание научно-технологических заделов, применялся ряд критериев. К приоритетным были отнесены исследования, которые:

- могут привести к появлению в долгосрочной перспективе новых рынков или рыночных ниш, продуктов с новыми свойствами, инновационных услуг;
- носят междисциплинарный, межотраслевой характер;
- позволят ответить на вызовы, стоящие перед приоритетным направлением;
- способствуют формированию технологической платформы будущей экономики и общества;
- способны решить ключевые научные проблемы в рассматриваемом направлении, создать задел на будущее.

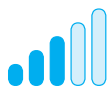
Для каждой тематической области была дана оценка уровня российских исследований по следующей шкале:



«белые пятна» – существенное отставание от мирового уровня, отсутствие (или утрата) научных школ;



«заделы» – наличие базовых знаний, компетенций, инфраструктуры, которые могут быть использованы для форсированного развития соответствующих направлений исследований;



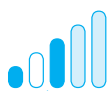
«возможность альянсов» – наличие отдельных конкурентоспособных коллективов, осуществляющих исследования на высоком уровне и способных на равных сотрудничать с мировыми лидерами;



«паритет» – уровень российских исследований не уступает мировому;



«лидерство» – российские исследователи являются лидерами на мировом уровне;



оценки экспертов находятся в диапазоне между несколькими значениями.



# ВЫЗОВЫ И ОКНА ВОЗМОЖНОСТЕЙ

---

**П**овышение качества и продолжительности жизни населения – важнейший приоритет государственной политики, показатель эффективности социально-экономического развития страны и ее национальной безопасности.

Ключевыми факторами развития медицины и здравоохранения становятся старение населения; увеличение распространенности онкологических, сердечно-сосудистых и инфекционных заболеваний, болезней обмена веществ, патологий мозга; связанные с этим значимые показатели смертности. Названные вызовы обуславливают появление новых рынков, динамика которых будет определяться потребностями в новых способах диагностики и лечения, неинвазивных надежных экспресс-технологиях мониторинга в домашних условиях, дистанционных методах предоставления медицинских услуг, характеризующихся профилacticкой направленностью, безопасностью и высокой эффективностью.

В мире сформировался устойчивый спрос на новое качество жизни, включая возможности компенсации утраченной функции организма, органа или его части. Следствием этого стал активный рост рынков биотехнологий и услуг высокотехнологичной и персонализированной медицины. Дальнейший прогресс в области биоинформационных, постгеномных и протеомных технологий предоставит медицине возможность персонализации терапевтического воздействия: назначение необходимого лекарства будет осуществляться на основании анализа индивидуальных особенностей пациента. По экспертным оценкам, не менее половины новых лекарств, которые должны появиться на мировом рынке к 2015 г., будут иметь фармакогенетические характеристики.

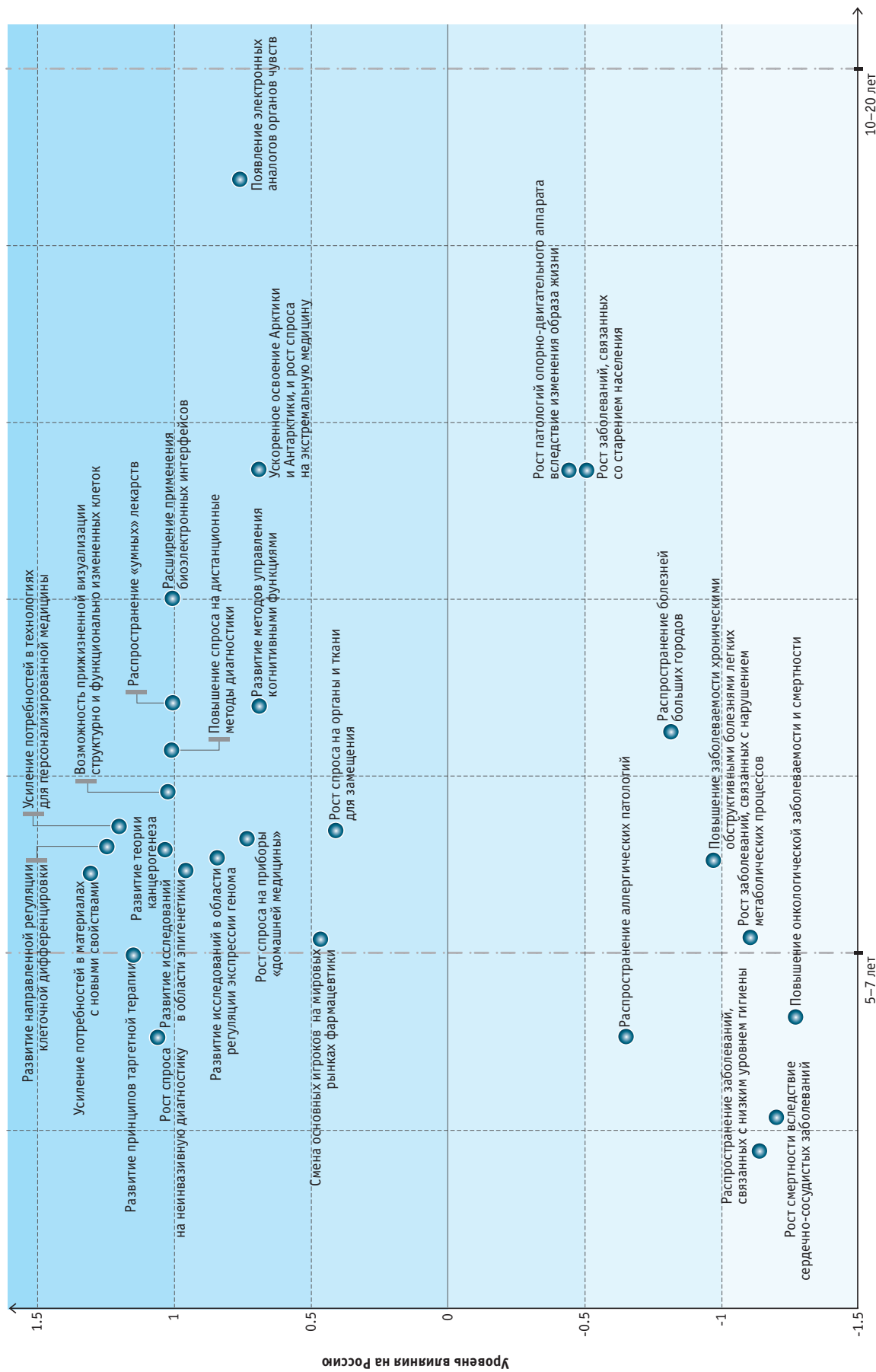
Прогресс в сфере технологий анализа структуры и функций биологических молекул и клеток стал причиной высоких темпов развития биомедицины. Технологический вектор направлен на рост производительности процессов, прецизионности и разрешения приборов и оборудования для получения необходимого объема информации заданного качества. Это порождает потребность в совершенствовании информационных технологий, в первую очередь в области анализа мегаданных.

На рис. 2 в обобщенном виде показаны вызовы и окна возможностей, которые определяют перспективы развития приоритетного направления «Медицина и здравоохранение» в контексте соответствующих глобальных трендов.

Под влиянием *роста онкологической заболеваемости и смертности* во всем мире стали активно развиваться технологии ранней диагностики онкопатологий. Современные диагностические методы и оборудование дают возможность выявить болезнь на начальной стадии, благодаря чему значительно увеличиваются шансы пациентов на выздоровление. Дальнейшее усиление данного вызова будет стимулировать спрос на новые технологические решения в области диагностики и терапии онкологических болезней, что, в свою очередь, приведет к расширению существующих продуктовых групп и появлению новых.



Рис. 2. Медицина и здравоохранение: вызовы и окна возможностей



Источник: НИУ ВШЭ.



Все более значимым становится вызов, связанный с *ростом уровня смертности вследствие сердечно-сосудистых заболеваний*. Пациенты с таким диагнозом требуют постоянного мониторинга, соответственно, прогнозируется развитие рынка систем удаленного контроля, повышение спроса на услуги и средства, направленные на предупреждение обострений и ликвидацию их последствий. В средне- и долгосрочном периодах ожидается снижение удельной доли рассматриваемых заболеваний в общем показателе смертности, однако для достижения желаемого результата необходимы консолидация усилий в сфере науки и технологий, а также институциональные преобразования.

*Распространение заболеваний, связанных с низким уровнем гигиены*, обусловлено увеличением плотности населения, образом жизни и низкой производственной культурой. Высокую актуальность в этих условиях приобретает разработка простых диагностических тест-систем и диагностического оборудования для клинических лабораторий, в частности, для выявления туберкулеза и гельминтозов, уровень заболеваемости которыми в России значительно выше среднемирового.

Масштабная урбанизация и связанные с ней изменения среды и условий жизни оказывают негативное воздействие на человека, выступая причиной *распространения болезней больших городов*. Эта проблема особенно актуальна для развитых стран с высоким ритмом жизни. Снижение физических нагрузок и психологические стрессы становятся предпосылкой патогенеза большого количества болезней. Сам по себе фактор «большого города» определяет группы риска, размер которых ежегодно увеличивается. Создание методов профилактики стресс-обусловленных патологий рассматривается в качестве важнейшей задачи биомедицинской науки.

Увеличение продолжительности жизни приводит к возникновению новой группы *заболеваний, связанных со старением населения*. Дальнейшее усиление этой тенденции будет способствовать росту рынков препаратов пожизненного применения, распространению технологий и продуктов для удаленного мониторинга состояния здоровья. Ожидается увеличение спроса на новые материалы, прежде всего для ортопедии, а в долгосрочной перспективе – расширение рынка биodeградируемых материалов.

*Персонализированная медицина* предполагает изменение основной парадигмы медицины: на смену «лечения болезни» должно прийти «лечение пациента». Речь идет о новых методах мониторинга, диагностики, профилактики и терапии. В диагностике персонализация подходов будет порождать спрос на высокопроизводительные лабораторные технологии молекулярного скрининга и анализа структуры биологических макромолекул. Особенно востребованными в ближайшем будущем окажутся технологии геномного скрининга, в средне- и долгосрочном периодах – высокопроизводительные технологии белкового профилирования.

В области средств терапии прогнозируется значительный рост рынков лекарств на основе антител, а также *таргетных препаратов*. Кроме того, развиваются новые комбинированные методы таргетного лечения с применением клеточных и генетических подходов. В целом, персонализированная медицина будет стимулировать развитие высокопроизводительных и высокоспецифичных технологий.

Ожидается дальнейший *рост потребностей в материалах с новыми свойствами*: искусственные материалы часто становятся единственным средством для восстановления функции того или иного органа либо системы (при шунтировании, стентировании, замене клапанов сердца, сосудов, эндопротезировании и др.), они активно используются в производстве медицинских инструментов и оборудования. Перспективны работы по созданию научно-технологических заделов в области биоситаллов – материалов с высокой степенью биосовместимости и способностью срачиваться с живой костной тканью благодаря биологической активности и эффекту «памяти формы».

*Растущий спрос на дистанционные методы диагностики* и контроля в среднесрочной перспективе может быть удовлетворен путем активного внедрения информационно-





коммуникационных технологий, в частности телемедицины, обеспечивающей проведение консультаций, манипуляций и процедур на расстоянии (врач и пациент могут при этом находиться в разных городах и даже странах). Прогресс этого направления в диагностике позволит создать системы постоянного слежения за определенными группами больных для оказания им неотложной помощи, в том числе с использованием приборов «домашней медицины». Благодаря широкому внедрению новых систем могут быть снижены сроки амбулаторного наблюдения за пациентами и их пребывания в стационаре. Развитие дистанционных технологий особенно важно для России с ее огромной территорией, неравномерным распределением населения и концентрацией ведущих специалистов-медиков в крупных городах. Актуальной станет и разработка неинвазивных систем контроля, которые исключают изъятие биологических образцов.

Экспертами отмечены следующие **угрозы для России** в указанной сфере:

- высокая смертность вследствие сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний, травм и отравлений;
- недостаточная эффективность существующих мер по предупреждению инфекционных заболеваний;
- неэффективная система реабилитации;
- высокая стоимость лекарственной терапии социально значимых заболеваний;
- высокий уровень алкоголизации населения, в том числе молодежи;
- параллельный всплеск «болезней нищих» (туберкулеза, педикулеза и т.п.) и «болезней богатых» (стрессов, нервных патологий, расстройств личности и т.п.) вследствие усиливающегося социального расслоения населения;
- склонность россиян к самолечению и высокий уровень недоверия к «официальной медицине».



## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЫНКИ, ПРОДУКТЫ И УСЛУГИ

---

**Н**аиболее высокие темпы роста в ближайшей перспективе ожидаются в сферах фармацевтики и диагностических систем. Создаваемые здесь продуктовые группы будут расширяться вне зависимости от общей концепции развития здравоохранения. Прогресс таких технологических направлений, как клеточные технологии, тканевая и органная инженерия, генетическая инженерия, будет определяться внутренней конъюнктурой и глобальными экономическими вызовами. Наименьшую положительную динамику покажет область биодegradуемых материалов – ее рост замедлится в долгосрочном периоде. После 2020 г. усилится развитие группы рынков, к которой относятся системы лабораторной и функциональной диагностики, импланты, лекарственные средства и системы адресной доставки. В дальнейшем ожидается постепенное сращивание фармацевтического и медико-биологического секторов, активное использование биотехнологий для создания новых лекарственных средств и медицинских устройств. Биомедицинские исследования в средне- и долгосрочной перспективе призваны в наибольшей степени фокусироваться на регенеративной медицине, молекулярной и функциональной диагностике.

### ***Перспективные рынки для приоритетного направления «Медицина и здравоохранение»:***

- регенеративная медицина;
- биодegradуемые материалы;
- небидegradуемые материалы;
- системы диагностики;
- сложные импланты;
- хирургическая техника;
- лекарственные средства и системы их адресной доставки;
- системы прижизненной неинвазивной визуализации.

Для каждого из перечисленных выше рынков были определены инновационные продукты и услуги, которые появятся в период до 2030 г. (табл. 1).

В области медицины и здравоохранения степень радикальности продуктов и услуг определяется наличием у них новых свойств, способностью повлиять на решение актуальных проблем и привести к кардинальным преобразованиям существующих рынков. Этим условиям отвечают целый ряд инновационных продуктов и технологий (рис. 3).

Применение *устройств для мониторинга текущего состояния организма*, в том числе в удаленном режиме, позволит организовать одновременное ведение большой группы больных; непрерывно контролировать параметры организма и состояние здоровья пациента (и принимать при необходимости экстренные меры помощи), правильность и своевременность исполнения врачебных предписаний; обеспечить возможность коммуникации индивидуальных приборов мониторинга с удаленным рабочим местом врача.

**Табл. 1. Перспективные рынки и продуктовые группы приоритетного направления «Медицина и здравоохранение»**

Рынки	Группы инновационных продуктов и услуг	Характеристика
Регенеративная медицина	Тканевые и органные эквиваленты, полученные с применением генно-инженерных и клеточных технологий	Повышение вероятности полного излечения пациентов
	Таргетные биологически активные вещества для регенерации поврежденных тканей	Повышение качества реабилитации пациентов
	Активные молекулярные компоненты стволовых клеток для регенерации тканей	Минимизация последствий и осложнений у пациентов
	Технологии и препараты на основе модифицированных клеточных систем для конкурентной терапии аутоиммунных, онкологических и неврологических заболеваний	
Биодеградируемые материалы	Неорганические и органические материалы неживотного происхождения для направленной регенерации целевых органов и тканей	
	Новые хирургические материалы на основе биодеградируемых полимеров	Высокая эффективность Высокий уровень безопасности
	Сложные макромолекулярные комплексы для подвижных частей имплантов и биоорганические системы для ускорения остеоинтеграции костных имплантов	Высокий уровень надежности
Биозамещаемые материалы для ортопедии, повторяющие архитектуру костной ткани	Композиционная керамика и лекарственные цементы	Высокая эффективность
	Перевязочные средства и трансдермальные пластыри	Высокий уровень безопасности
	Материалы-миметики для протезирования	Высокий уровень надежности
Системы диагностики	Высокочувствительные сенсоры физических и физиологических параметров человека	Увеличение продолжительности жизни населения
	Реагенты	Возможность ранней диагностики заболеваний
	Аппаратно-программные комплексы для анализа статических макромолекулярных маркеров	
	Диагностические системы многофакторного статистического анализа количественных и качественных данных о низко- и высокомолекулярных маркерных молекулах	
	Протеомные и геномные биомаркеры	
Сложные импланты	Индивидуально-совместимые («умные») импланты на металлической, керамической или полимерной основе, не требующие периодической замены	Высокий уровень безопасности Высокий уровень надежности
	Импланты с биоактивными покрытиями для ускорения остеоинтеграции и совмещения с тканями	Рост качества жизни населения
	Биорезорбируемые импланты для восстановления поврежденных сосудов	
	Стенты	



(окончание)

Рынки	Группы инновационных продуктов и услуг	Характеристика
Хирургическая техника	Системы инвазивной визуализации, в том числе удаленного управления Робототехника Хирургические лазеры Системы микроманипулирования (для высокопрецизионных хирургических манипуляций)	Высокий уровень надежности Высокий уровень безопасности Минимизация последствий и осложнений у пациентов
Лекарственные средства и системы их адресной доставки	Рекомбинантные белковые препараты Препараты на основе нуклеиновых кислот, в том числе для генной терапии Препараты на основе моноклональных антител, обеспечивающие высокую специфичность действия Компоненты и системы направленной доставки лекарственных средств, в том числе на основе неорганических наноматериалов	Минимизация последствий и осложнений у пациентов Повышение вероятности полного излечения пациентов Высокий уровень безопасности Высокий уровень надежности
Системы прижизненной неинвазивной визуализации	Позитронно-эмиссионные томографы и контрасты для визуализации ультравысокого разрешения Магнито-резонансные томографы ультравысокого разрешения Системы визуализации на основе биофизических характеристик сред организма (эффекта Доплера и т.п.)	Минимизация последствий и осложнений у пациентов Возможность ранней диагностики заболеваний Высокий уровень безопасности Высокий уровень надежности

Системы анализа данных о низко- и высокомолекулярных маркерных молекулах представляют собой аппаратно-программные комплексы для высокопроизводительного анализа белков, нуклеиновых кислот и низкомолекулярных метаболитов с использованием миниатюризированных масс-спектрометров. Особенность таких систем заключается в возможности ускоренной идентификации структур молекул, что делает эти технологические решения востребованными в биохимической диагностике.

Результатом внедрения в практику новой *хирургической оптической техники*, призванной заменить (или дополнить) традиционное медицинское оборудование, станет снижение травматичности тканей, сокращение не только времени проведения операции, но и срока пребывания пациента в стационаре. Развитие малоинвазивной хирургии, создание сложных гибридных комплексов, состоящих из нанотехнологических и микроэлектромеханических систем (включая 3D- и 4D-мультимодальные средства визуализации), сделает возможным применение робототехники в минимально инвазивных эндоскопических процедурах.

Появление новых *хирургических роботов*, а также нанороботов даст возможность снизить уровень травматичности, риски инфицирования раны, избежать необходимости переливания крови. Операции, выполняемые с их использованием, характеризуются снижением болезненности в послеоперационный период; сокращением сроков реабилитации; минимальными рисками осложнений, распространенных в традиционной хирургии; повышенными онкологическими и функциональными результатами; улучшенным косметическим эффектом в силу отсутствия крупных послеоперационных шрамов. Внедрение подобных хирургических технологий снизит уровень влияния человеческого фактора на течение и исход операции.

**Рис. 3. Инновационные продукты и услуги, оказывающие радикальное влияние на динамику мировых рынков в приоритетном направлении «Медицина и здравоохранение»**



*Биоэлектронные интерфейсы* позволят добиться интеграции электронных устройств с биологической тканью (чаще – мембранами нервных клеток) для обеспечения процессов жизнедеятельности и работоспособности организма в различных условиях и средах. С медицинской точки зрения это необходимо для достижения связи с живляемыми чипами, бионическими протезами конечностей, имплантируемыми искусственными органами чувств, электродами различных биотехнических систем и медицинских приборов. Будут созданы электронные органы чувств, а также протезы из новых материалов с повышенной совместимостью.

*Высококочувствительные биосенсоры* разрешат выполнять диагностику и определение степени отклонений и нарушений функций различных органов и физиологических систем организма на основе измерения объективных показателей их деятельности (физических, химических и др.) с помощью инструментальных либо лабораторных методов исследования. Появятся многокомпонентные измерительные комплексы, интегрированные с аналитическими программами на базе подходов хемометрики и искусственного интеллекта, объединяющие несколько технологий диагностики и визуализации.

*Программные комплексы для анализа статических (контекстных) макромолекулярных маркеров* обеспечат проведение более глубокой генетической диагностики (главным образом наследственных и орфанных заболеваний). Расширение рынка этой продуктовой группы будет способствовать минимизации аналитических процессов в клинических лабораториях, появлению отдельных персонализированных подходов в диагностике. Новые комплексы, не требующие дорогостоящего оборудования и комплектующих, смогут успешно конкурировать с масс-спектрометрией и другими современными аналитическими методами.

Использование *препаратов на основе продуктов культивирования клеток, стимулирующих процессы регенерации*, позволит победить болезни, ранее считавшиеся некурабельными, за счет возможности воспроизводства собственных либо вводимых в организм клеток. Варьируя условия культивирования клеток (например, помещая их в гипоксическую среду), можно изменять соотношение факторов в соответствии с требуемым результатом (стимуляция или подавление ангиогенеза, апоптоза и пролиферации клеток реципиента).

*Компоненты и системы направленной доставки лекарственных средств* повысят эффективность терапии путем целевой транспортировки лекарственных веществ непосредственно к заданному органу (ткани) – мишени. Применение таких систем способствует снижению уровня токсичности и побочного действия препаратов, а также их экономичному расходованию. В долгосрочной перспективе ожидается появление «умных» лекарственных средств, способных реагировать как на внешние условия, так и на изменение состояния организма пациента. Разрабатываемые системы найдут применение в лечении различных социально значимых патологий: онкологических, инфекционных, хронических воспалительных, психических заболеваний, гормональных расстройств и др.

Важным шагом для перехода к предиктивной и персонализированной медицине станет широкое распространение *генетических паспортов*, содержащих данные о результатах анализа ДНК человека. Основываясь на представленной генетической информации, врач сможет не только правильно поставить диагноз и выбрать наиболее подходящее средство терапии, но и – до выявления реальной картины патологического процесса – предупредить о возможности развития того или иного заболевания для своевременного проведения профилактики или лечения.

Внедрение *лекарственных препаратов на основе живых клеток* (аутологических, донорских, первичных, культивированных, дифференцированных и модифицированных) создаст базу клеточной терапии и тканевой инженерии, предусматривающих трансплантацию в определенные участки тела человека стволовых клеток, а также сконструированных на их основе эквивалентов, которые способны восстанавливать структуру и функции поврежденных тканей и органов. Технологии получения стволовых клеток из тканей пациента позволяют нарабатывать терапевтический материал в течение нескольких часов. Методы селективного культивирования и дифференцировки клеток подобного типа обеспечат высокую скорость и терапевтическую эффективность лечения различных патологий. Новым и принципиально важным свойством этих технологий является полная совместимость стволовых клеток, выделенных из собственных дифференцированных тканей пациента, с его организмом. При этом исключается внесение инфекций: полученные клетки обладают сниженными (по сравнению с эмбриональными) способностями к дифференцировке в нежелательных направлениях.



Новые материалы, стимулирующие регенерацию, активность и дифференцировку клеток в организме, дадут возможность излечивать патологии опорно-двигательного аппарата, раны различной этиологии, болезни сердечно-сосудистой системы и т.д. Инновационные методы основаны на биоинженерных технологиях «наращивания» в заданном направлении и с нужной скоростью необходимых для регенерации клеток с последующим формированием на их базе тканей и органов непосредственно в организме. По истечении заданного времени функционирования биоразлагаемые полимерные материалы выводятся из организма, распадаясь с образованием продуктов естественного метаболизма. Новые технологии будут способствовать скорейшему заживлению всех видов тканей, предотвращению образования спаек, снижению числа осложнений после оперативных вмешательств, обеспечивая таким образом значительное повышение качества жизни пациентов.

Ожидаемый социальный эффект применения *биозамещаемых материалов* для ортопедии, повторяющих архитектуру костной ткани и позволяющих достичь восполнения дефектов кости, заключается в снижении уровня инвалидизации населения, сокращении сроков нетрудоспособности, продолжительности госпитализации и реабилитационного периода. Наряду с этим ожидается снижение рисков повторного эндопротезирования. В рамках имеющейся технологической базы формируется пул инновационных методов, которые разрешат проводить радикальную медицинскую помощь по восстановлению костной ткани.

В долгосрочной перспективе прогнозируется появление *интерфейса «мозг–компьютер»*, представляющего собой систему передачи электрических импульсов от нервной системы человека к электронному устройству и обратно. Это достижение найдет широкое применение в нейропротезировании, в частности, при создании бионических органов чувств. Развитие данного направления впоследствии приведет к созданию систем, являющихся функциональной частью интеллекта человека (экхокортекса), для дальнейшего совершенствования когнитивных процессов.

Для продуктов, оказывающих радикальное влияние на динамику мировых рынков в долгосрочной перспективе, были идентифицированы ведущие отечественные и зарубежные организации, осуществляющие разработки в рассматриваемом направлении. Согласно полученным результатам, к числу лидеров относятся в первую очередь крупные научно-исследовательские и производственные центры США и стран ЕС; отдельные направления активно развиваются также в Республике Корея и Японии. Работами по созданию хирургической оптической техники занимаются преимущественно небольшие компании. Уровень отечественных научных исследований в целом отстает от мирового. В частности, это касается сферы материалов, стимулирующих регенеративные процессы в организме: имеются отдельные конкурентоспособные разработки, накоплены серьезные заделы в области фундаментального медицинского материаловедения, при этом прикладные направления развиты довольно слабо.



## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

**В**озможности и сроки появления описанных выше инновационных продуктов определяются уровнем заделных исследований. По оценкам экспертов, самыми перспективными для России в период до 2030 г. являются семь тематических областей прикладных исследований (рис. 4).

Уже в среднесрочный период в нашей стране возможно достижение значительных научных и практических результатов в таких направлениях, как биосовместимые биополимерные материалы; самостерилизующиеся поверхности для медицины; тест-системы на базе геномных и постгеномных технологий для диагностики рака, системных, инфекционных и наследственных заболеваний; биосенсоры и биочипы для клинической диагностики с ис-

**Рис. 4. Тематические области приоритетного направления «Медицина и здравоохранение»**







пользованием новых типов биологических устройств; методы быстрой идентификации токсических веществ и патогенов.

В других направлениях исследований и разработок, включая, например, биodeградируемые материалы на основе градиентной керамики или медицинский текстиль с уникальными терапевтическими свойствами, потенциал российских разработок уже сегодня оценивается достаточно высоко. Для дальнейшего наращивания заделов и закрепления имеющихся преимуществ предстоит совершенствовать существующие и создавать новые центры трансляционной медицины, в которых будут проводиться разработки доклинических технологий.

Технологии регенеративной медицины – основное направление современных разработок, призванное решить проблемы болезней мозга, опорно-двигательного аппарата, онкологических и многих других заболеваний. В ведущих странах мира уже получены первые обнадеживающие результаты в области регенерации органов человека, тогда как в России заделы в данном направлении практически отсутствуют.

Успехи инновационной фармацевтики – биотехнологий, технологий химического синтеза, направленного терапевтического воздействия, производства современных эффективных вакцин – позволят отечественным компаниям выйти на перспективные мировые рынки, а государству – повысить качество жизни граждан.

## 3.1. Перспективные лекарственные кандидаты

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- новые лекарственные средства, разработанные до стадии получения доклинического доказательства концепции (preclinical proof-of-concept), включая препараты для профилактики и лечения широкого круга социально значимых болезней (сердечно-сосудистых, неврологических, онкологических, гематологических, аутоиммунных, эндокринных, инфекционных и др.), в том числе:
  - новые фармацевтические молекулы с обоснованными терапевтическими мишенями;
  - коллекция экспериментальных животных и клеточных линий для воспроизведения социально значимых заболеваний; новых высокоэффективных вакцин, включая конъюгированные и ДНК-вакцины, для профилактики и лечения инфекционных и онкологических заболеваний, при которых малоэффективна иммунизация традиционными методами; лекарственных средств на основе рекомбинантных белков и моноклональных антител; препаратов для регенеративной медицины, а также высокоэффективных лекарственных средств, действующих через новые молекулярные мишени.

**Табл. 2. Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Перспективные лекарственные кандидаты»**

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Скрининг и повышение эффективности лекарственных кандидатов путем использования новых фармакологических мишеней, а также на основе новых научных данных о механизмах возникновения и развития заболеваний человека		Разработка новых моделей, воспроизводящих наиболее актуальные болезни человека (сердечно-сосудистой, нервной, пищеварительной, эндокринной, мочеполовой, иммунной и других систем организма, а также инфекционные и «редкие» заболевания), и выявление основных механизмов их развития

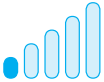



(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Направленный скрининг биотехнологических производных для выявления наиболее эффективных и безопасных веществ</p> <p>Определение, в том числе с использованием биомоделирования, отдельных молекул, клеточных структур и компонентов регуляторных систем организма, способных служить биологическими мишенями для направленного воздействия, с целью изменения течения патологических процессов, лежащих в основе развития распространенных болезней</p> <p>Компьютерное моделирование выбранных мишеней для дальнейшего конструирования перспективных фармакологических веществ, способных взаимодействовать с ними</p> <p>Синтез новых генетических конструкций, кодирующих продукцию выбранных регуляторных белков, и создание векторов для их введения в клетки – продуценты биоактивных соединений</p>
<p>Модели на основе клеточных линий и/или лабораторных животных для доклинического исследования заболеваний человека</p>		<p>Разработка механизмов направленного сайт-специфического мутагенеза</p> <p>Разработка методов направленного мутагенеза в стволовых клетках, соматических клетках, во взрослых организмах</p> <p>Создание коллекций клеточных линий и линий животных – моделей социально значимых болезней (онкологических, аутоиммунных, нейродегенеративных, инфекционных и др.)</p>
<p>Новые лекарственные кандидаты, в том числе разнонаправленного действия, с использованием как ранее известных, так и новых мишеней методами генной инженерии, биотехнологии, компьютерного моделирования и медицинской химии</p>		<p>Выявление веществ, обладающих сродством к молекулам-мишеням и активирующих либо блокирующих определенные мишени путем специфического связывания</p> <p>Создание клеток – продуцентов биоактивных соединений или биоинженерных конструкций, предназначенных для введения в организм пациента и продуцирующих биоактивные соединения</p> <p>Определение оптимальных систем для производства отдельных веществ, в том числе клеток прокариот и эукариот, растений и животных, разработка технологий их культивирования, повышение производительности гибридом</p> <p>Создание наноструктурированных биоактивных веществ и методов целевой доставки белковых препаратов в отдельные органы, ткани и органеллы, в том числе с помощью нанотехнологий</p> <p>Поиск новых биологических объектов – потенциальных продуцентов белковых веществ и моноклональных антител</p> <p>Скрининг биотехнологических производных с целью выявления наиболее эффективных и безопасных в ряду веществ одной фармакотерапевтической направленности</p>



(окончание)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Компоненты и системы направленной доставки лекарственных средств для повышения эффективности, улучшения фармакокинетических параметров и снижения токсичности лекарственных кандидатов, а также лабораторные протоколы их получения</p>		<p>Определение новых биологических мишеней, в том числе цитокинов, гормонов, ферментов, рецепторов, сигнальных внутриклеточных молекул, которые должны подвергаться воздействию синтетических молекул для предотвращения или ограничения патологического процесса</p> <p>Исследование межмолекулярных взаимодействий для разработки систем доставки</p> <p>Мишень-ориентированный химический синтез соединений с определенной биологической активностью</p> <p>Поиск способов повышения биодоступности и создание систем доставки этих соединений в организме</p> <p>Компьютерное моделирование веществ, обладающих сродством к молекулам-мишеням</p> <p>Разработка новых методов и аппаратуры для химического синтеза</p> <p>Скрининг и отбор веществ, обладающих максимальной эффективностью и минимальной токсичностью в ряду синтезированных соединений определенной фармакотерапевтической направленности</p>
<p>Новые вакцины, в том числе комбинированные</p>		<p>Исследование механизмов развития инфекционных и онкологических болезней, определение роли иммунной системы и особенностей ее функционирования при патологии</p> <p>Выявление роли иммунокомпетентных клеток, антигенраспознающих и антигенпрезентирующих структур, отдельных цитокинов, клеточных рецепторов, сигнальных внутриклеточных молекул в патогенезе опухолевых болезней, а также в развитии и разрешении инфекционных процессов</p> <p>Выявление факторов, лежащих в основе несостоятельности иммунного ответа при онкологических и инфекционных (туберкулез, малярия, СПИД) болезнях</p> <p>Синтез новых генетических конструкций для продукции антигенов возбудителей инфекционных болезней и опухолевых антигенов и создание векторов для их введения в организм</p> <p>Определение углеводных детерминант и белков-переносчиков, обеспечивающих оптимальный уровень иммунного ответа на конъюгированные вакцины</p> <p>Поиск способов, позволяющих избежать развития аутоиммунных побочных реакций при применении конъюгированных и ДНК-вакцин</p> <p>Совершенствование существующих и разработка новых биологических систем для продукции вакцин</p> <p>Скрининг вакцинных кандидатов с целью выявления наиболее эффективных и безопасных</p>

## 3.2. Молекулярная диагностика

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- новые методы и системы диагностики, основанные на технологиях определения структуры и функции биологических молекул (нуклеиновых кислот, белков, липидов, полисахаридов, низкомолекулярных соединений), в том числе:
  - диагностические методы, тест-системы и комплексы, ориентированные прежде всего на выявление социально значимых болезней до их дебюта; новые высокопроизводительные методы лабораторной диагностики для обнаружения, количественного и структурного анализа белков и других макромолекулярных метаболитов, включая липиды, гликопротеины, РНК и др.;
  - методы и инструменты для лабораторной и экспресс-диагностики социально значимых болезней (сердечно-сосудистых, онкологических, гематологических, инфекционных, эндокринных и др.) на основе анализа перечисленных молекулярных маркеров;
  - новые методы и комплексы для количественного определения низкомолекулярных метаболитов, ионов и микроэлементов – маркеров воспаления на различных стадиях, а также хронических болезней;
  - средства анализа индивидуальной предрасположенности к сердечно-сосудистым болезням, патологиям печени, заболеваниям репродуктивной системы, нарушениям липидного обмена.

**Табл. 3. Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Молекулярная диагностика»**

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Аппаратно-программные комплексы, основанные на технологиях анализа статических (контекстных) макромолекулярных маркеров, для обеспечения оптимальных стратегий лечения и формирования индивидуального прогноза развития заболеваний		Широкомасштабные популяционно-эпидемиологические ассоциативные исследования, направленные на выявление устойчивых сочетаний изменений структур нуклеиновых кислот, ассоциированных с болезнями  Определение генов-регуляторов, вовлеченных в механизмы развития болезней  Разработка методов доклинической диагностики предрасположенности к болезням  Выявление генных сетей, вовлеченных в патогенез заболеваний, разработка алгоритмов оценки их ассоциативной значимости  Выявление полиморфизмов структуры ДНК, ассоциированных с индивидуальной чувствительностью к фармакологическим препаратам и с индивидуальными особенностями их метаболизма  Создание специальных диагностических реагентов, систем автоматизации и аппаратно-программных комплексов для диагностики социально значимых болезней и новых молекулярных механизмов устойчивости к препаратам, используемым для их лечения, на основе анализа нуклеиновых кислот



(продолжение)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка отечественных аппаратно-программных комплексов для определения первичной структуры нуклеиновых кислот</p> <p>Разработка алгоритмов обработки данных для выявления клинически значимых структурных и функциональных изменений нуклеиновых кислот</p> <p>Разработка алгоритмов и программного обеспечения для создания банка генетической информации населения Российской Федерации</p> <p>Создание систем обнаружения и количественной оценки структурных изменений нуклеиновых кислот, включая рекомбинантные технологии и технологии синтетической биологии</p> <p>Совершенствование методов получения специфических иммобилизованных ДНК-зондов, методов получения и контроля качества особо чистых дезоксинуклеозидтрифосфатов, предназначенных для секвенирования</p> <p>Разработка систем подачи растворов в проточные ячейки сенсорных чипов</p> <p>Разработка интерфейсных устройств для чипов</p> <p>Разработка прототипов сенсорных чипов для полногеномного секвенирования ДНК</p> <p>Совершенствование технологии цветовой однонуклеотидной детекции</p> <p>Разработка методов конъюгации и специфической сорбции нуклеиновых кислот на микросферы и заданные поверхности</p>
<p>Аппаратно-программные комплексы, аналитические устройства и реагенты для анализа динамических (изменяемых) макромолекулярных маркеров, а также лабораторные протоколы их использования</p>		<p>Выявление белковых молекулярных маркеров, определение их структуры и функций, тканевой принадлежности, вовлеченности в патогенез болезней</p> <p>Широкомасштабные эпидемиологические исследования для установления ассоциативных и патогенетических связей молекулярных маркеров с болезнями</p> <p>Определение механизмов изменения экспрессии и/или активности макромолекулярных маркеров</p> <p>Выявление связей между отдельными маркерами для анализа макромолекулярных профилей болезней</p>



(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка высокопроизводительных методов определения структуры динамических макромолекулярных маркеров, включая белки, липиды, гликопротеины, РНК</p> <p>Определение функций и количества динамических макромолекулярных маркеров</p> <p>Разработка алгоритмов и программного обеспечения для обработки данных о строении и функции динамических макромолекулярных маркеров</p> <p>Разработка методов высокой очистки нуклеиновых кислот, белков, липидов и гликопротеинов, включающих неспецифическую сорбцию, специфическое связывание динамических макромолекулярных маркеров, автоматизацию процессов очистки</p> <p>Поиск и/или разработка новых методов быстрого обнаружения, количественной оценки и определения функций динамических макромолекулярных маркеров, включая работы по созданию методов и устройств для безаппаратной диагностики</p> <p>Создание аппаратно-программных комплексов для лабораторного определения динамических макромолекулярных маркеров</p> <p>Создание систем автоматизированной лабораторной диагностики динамических макромолекулярных маркеров, включая модули пробоподготовки и многокомпонентного анализа</p> <p>Разработка экспресс-тестов, в том числе безаппаратных, для определения динамических молекулярных маркеров острых состояний, а также маркеров состояний изменения макромолекулярного фона</p>
<p>Аппаратно-программные комплексы, аналитические устройства и реагенты для анализа низкомолекулярных соединений, а также лабораторные протоколы их использования</p>		<p>Выявление новых низкомолекулярных метаболитов, вовлеченных в патогенез социально значимых болезней</p> <p>Определение патогенетических связей между уровнем низкомолекулярных метаболитов и высокомолекулярными маркерами болезней</p> <p>Разработка способов прямого и опосредованного обнаружения низкомолекулярных метаболитов</p> <p>Выявление механизмов и путей биосинтеза низкомолекулярных метаболитов в нормальном и патологическом состояниях</p> <p>Определение функционально замкнутых маркерных групп низкомолекулярных метаболитов при переходных, острых и хронических процессах</p>



(продолжение)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Выявление динамических маркеров эффективности терапии</p> <p>Исследование механизмов расщепления метаболитов, ассоциированных с воспалением, а также хроническими болезнями</p> <p>Разработка аппаратно-программных комплексов для обнаружения и количественной оценки низкомолекулярных метаболитов, включая ионы и микроэлементы</p> <p>Разработка клинических протоколов обнаружения и количественной оценки низкомолекулярных метаболитов с использованием технологий детекции масс и зарядов низкомолекулярных метаболитов и их ионизированных компонентов, создание новых методов безаппаратного обнаружения метаболитов</p> <p>Разработка аппаратно-программных комплексов для динамического отслеживания уровня низкомолекулярных метаболитов персонализированного формата, разработка методов и протоколов оценки качества лабораторных исследований по обнаружению и количественному анализу низкомолекулярных метаболитов</p> <p>Разработка технологий синтеза специальных реагентов для цветных реакций обнаружения и количественного анализа низкомолекулярных метаболитов</p> <p>Разработка модифицированных ферментативных комплексов для цветовой детекции низкомолекулярных метаболитов</p> <p>Создание проточных и непроточных чипов для детекции низкомолекулярных метаболитов в мультиплексном режиме</p> <p>Разработка технологий производства активных поверхностей для специфического взаимодействия с низкомолекулярными метаболитами</p>
<p>Методы обнаружения инфекционных агентов и лабораторные протоколы их использования</p>		<p>Создание прототипов систем, реализующих новые принципы организации вычислений</p> <p>Разработка методов биоинформатики для обработки данных геномного, транскриптомного и протеомного анализа</p> <p>Создание высокопроизводительных роботизированных систем скрининга</p> <p>Исследование систем экспрессии в клетках эукариот, в том числе новых векторов для генной терапии</p> <p>Разработка новых средств иммунопрофилактики на основе технологий биоинженерии и методов коррекции иммунного ответа</p>



(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка новых методов идентификации и оценки эффективности ингибиторов онкологических и инфекционных заболеваний в культурах клеток</p> <p>Разработка молекулярно-генетических методов диагностики патогенов растений и животных</p> <p>Формирование экспериментальных моделей на основе клеточных линий и/или лабораторных животных для доклинического исследования заболеваний человека</p>
<p>Комбинаторная молекулярная сенсорика, в том числе на основе аптамеров, для создания универсальных средств диагностики и анализа статических и динамических факторов патологических состояний</p>		<p>Биоинформационный анализ диагностически значимых молекулярных статических и динамических факторов, молекулярный докинг</p> <p>Молекулярная инженерия и разработка биосенсорных молекул различной природы, в том числе аптамеров</p> <p>Модификация органических и неорганических поверхностей биосенсорными молекулами; получение, усиление и регистрация сигнала</p> <p>Поиск геномных, протеомных и метаболомных маркеров и их комбинаций, отражающих состояние и динамические характеристики патологического процесса</p> <p>Разработка биосенсоров для экспресс-диагностики метаболических нарушений, создание технологий многомерного чипирования</p>
<p>Молекулярная и клеточная патология, в том числе исследование изменения молекулярно-генетической компоненты внутриклеточных сигнальных путей, нарушения структуры и функции отдельных клеток и тканей в контексте развития патологических процессов для разработки технологий персонализированной медицины</p>		<p>Исследование нарушения внутриклеточных и межклеточных механизмов жизнедеятельности клеток</p> <p>Выявление молекулярно-генетических факторов, характеризующих индивидуальные реакции организма</p> <p>Создание практик управления структурно-функциональным состоянием эффекторных клеток, исследование Т-клеточных субпопуляций, регуляторных механизмов баланса субпопуляций, роли в формировании иммунопатологии, поиск методов прямой элиминации аутореактивных клонов для терапевтических целей</p> <p>Фенотипирование, генотипирование, геномное и протеомное профилирование, отражающее индивидуальные реакции организма на патологический процесс</p> <p>Комплексное моделирование реактивности организма</p>




### 3.3. Молекулярное профилирование и выявление молекулярных и клеточных механизмов патогенеза

Ожидаемые результаты задельных исследований:

- электронный каталог (атлас) белков человека, содержащий экспериментальные данные о протеоме тканей и органов и функциональных связях белков – маркеров заболеваний;
- аппаратно-программные комплексы, реагенты и материалы для протеомного профилирования;
- высокопроизводительные методы анализа реализации генетического материала в виде совокупности молекул РНК (транскриптома), белков (протеома) и низкомолекулярных соединений (метаболома);
- высокочувствительные молекулярные детекторы, позволяющие выявлять в биологических пробах единичные макромолекулы;
- протеомные биомаркеры – потенциальные молекулярные мишени заболеваний;
- реагенты для количественных исследований белковых маркеров, присутствующих в концентрациях ниже  $10^{-12}$  М.

**Табл. 4. Перспективные направления задельных исследований в тематической области «Молекулярное профилирование и выявление молекулярных и клеточных механизмов патогенеза»**

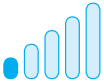
Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Идентификация и количественное определение транскриптов, белков и их модификаций (вариантов альтернативного сплайсинга, посттрансляционных модификаций, одноаминокислотных полиморфизмов) в тканях человека		<p>Создание экспериментальных образцов высокочувствительных молекулярных детекторов, позволяющих выявлять в биологических пробах единичные макромолекулы</p> <p>Разработка многопараметрических методов анализа (чиповых технологий)</p> <p>Разработка методов биоинформатики для обработки данных геномного, транскриптомного и протеомного анализа</p> <p>Разработка методов сравнительной геномики и протеомики</p> <p>Создание высокопроизводительных роботизированных систем скрининга</p> <p>Моделирование <i>in silico</i> структуры биомолекул и процессов, происходящих в живых системах, их анализ <i>in vitro</i> с использованием биохимических и биофизических подходов</p> <p>Регуляция экспрессии генов с использованием РНК-интерференции и родственных ей механизмов</p> <p>Создание прототипов систем, реализующих новые принципы организации вычислений</p> <p>Создание систем автоматизированной лабораторной диагностики динамических макромолекулярных маркеров, включая модули пробоподготовки и многокомпонентного анализа</p>

(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Повышение чувствительности и производительности методик измерения белкового состава образцов клинического материала		<ul style="list-style-type: none"> <li>Разработка аппаратно-программных комплексов и специфической реагентики для одномоментного анализа массивов динамических биомаркеров</li> <li>Разработка комплексных биоинформационных решений для анализа протеомных профилей</li> <li>Создание эффективных систем для автоматизации протеомного скрининга</li> <li>Исследование систем экспрессии в клетках эукариот, в том числе новых векторов для генной терапии</li> <li>Управление биологическими процессами с помощью света и других электромагнитных полей</li> <li>Профилирование белкового состава биологических образцов для оценки рисков развития социально значимых болезней</li> <li>Формирование баз данных и баз знаний функциональных связей белков – маркеров заболеваний</li> </ul>
Получение для продуктов каждого гена экспериментальных данных о его присутствии в организме пациента с диагностированным заболеванием		<ul style="list-style-type: none"> <li>Изучение структурных и функциональных характеристик протеомных биомаркеров – потенциальных молекулярных мишеней болезней</li> <li>Разработка методов детектирования пиколярных концентраций биомолекул в биологических образцах</li> <li>Разработка экспериментальных образцов реагентов для количественных исследований белковых маркеров, присутствующих в концентрациях ниже <math>10^{-12}</math> М</li> <li>Анализ геномного и протеомного профилей социально значимых болезней</li> <li>Формирование баз данных и баз знаний (атласа) протеомных профилей человека</li> <li>Создание библиотеки биомаркеров социально значимых болезней</li> </ul>
Взаимодействие инфекционных и паразитарных объектов различной природы с организмом хозяина, включая эпидемиологические, молекулярно-генетические, иммунологические и метаболические аспекты патогенеза, выявление молекулярных и клеточных мишеней, а также эффекторных молекул для диагностики, профилактики и терапии		<ul style="list-style-type: none"> <li>Разработка моделей актуальных инфекций и паразитозов</li> <li>Исследование механизмов индукции ремоделирования тканей и канцерогенеза</li> <li>Выявление молекулярных маркеров инфекций, паразитозов, в том числе комбинированных, с использованием экспериментальных, клинических и эпидемиологических данных</li> <li>Исследование механизмов лекарственной устойчивости/чувствительности возбудителей инфекций и паразитозов</li> <li>Поиск молекулярных мишеней для разработки новых фармакологических средств для лечения и профилактики инфекций и паразитозов</li> </ul>



(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Молекулярные основы когнитивной функции, в том числе построение сигнальных путей, структурно-функциональная характеристика тканей, клеток и клеточных элементов, обеспечивающих когнитивную функцию, выявление молекулярных и клеточных мишеней, а также эффекторных молекул для диагностики, профилактики и терапии</p>		<p>Биоинформационный анализ баз данных, моделирование сигнальных путей</p> <p>Структурно-функциональная характеристика тканей, клеток и клеточных элементов, обеспечивающих когнитивную функцию</p> <p>Исследование механизмов функционирования астроцитов и олигодендроцитов различных отделов и зон головного мозга в норме и при патологиях</p> <p>Исследование адаптивной эволюции головного мозга млекопитающих</p> <p>Исследование роли мобильных генетических элементов, а также липопротеидных и гликолипидных комплексов в формировании нейродегенеративных заболеваний</p> <p>Выявление молекулярных и клеточных мишеней, а также эффекторных молекул для диагностики, профилактики и терапии</p> <p>Разработка средств доставки эффекторных молекул в различные компартменты клеток-мишеней для регуляции когнитивной функции</p>

## 3.4. Биомедицинские клеточные технологии

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- продукты на основе регенеративных и клеточных технологий, предназначенные для восстановления нарушенной заболеванием структуры органов или тканей при сердечно-сосудистых, онкологических заболеваниях, нарушении функции внутренних органов, ожоговой болезни, трофических язвах, болезнях обмена веществ и травмах, в том числе:
  - тканевые эквиваленты для восстановления поверхностных повреждений (ожогов, ран, язв и т.д.), для использования в травматологии и при лечении сердечно-сосудистых заболеваний;
  - среды для получения бесклеточных продуктов культивирования стволовых клеток;
  - методы трансплантации тканеинженерных конструкций, включая их кровоснабжение и иннервацию;
  - клинические протоколы клеточной терапии для наследственных болезней и болезней обмена веществ;
  - биозамещаемые материалы для использования в регенеративных процессах с применением бесклеточных технологий;
  - биозамещаемые тканеинженерные конструкции, позволяющие экстренно восстанавливать иннервацию и кровообращение после травм;
  - эквиваленты органов человека (поджелудочной железы, печени, зрительного и слухового анализаторов);

- методы генетической коррекции аутологичных стволовых клеток и использования стволовых клеток с индуцированной плюрипотентностью для лечения сердечной недостаточности, регенерации миокарда после инфаркта, восстановления нарушенного кровообращения, периферических нервов и нервной ткани;
- новые методы исследования нейрохимических механизмов деятельности мозга, формирования поведенческих реакций и различных типов зависимостей человека;
- новые методы лечения и коррекции нежелательных последствий болезни Паркинсона, шизофрении, депрессии, алкоголизма и наркомании, а также нервномышечных расстройств;
- методы восстановления частичной или полной потери зрения вследствие патологий сетчатки глаза;
- клинические протоколы лечения заболеваний нервной системы с использованием технологий клеточной фотостимуляции (оптогенетики).

**Табл. 5. Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Биомедицинские клеточные технологии»**

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Методы регенерации тканей и органов человека с применением аутологичных и донорских клеток человека, тканевых эквивалентов, стимулирующих регенерацию препаратов, продуктов культивирования клеток</p>		<p>Изучение роли контактных взаимодействий в активации и дифференцировке стволовых клеток</p> <p>Исследование роли гуморальных и контактных взаимодействий в реализации регенераторных влияний стволовых клеток</p> <p>Исследование механизмов регуляции миграционной активности тканеспецифичных стволовых клеток и внутриклеточных механизмов регуляции их подвижности</p> <p>Разработка способов применения тканеспецифичных стволовых клеток для лечения пациентов с ишемическими, посттравматическими и нейродегенеративными состояниями</p> <p>Разработка подходов к применению стволовых клеток для лечения пациентов с обширными ожогами и трофическими язвами</p> <p>Разработка методов клеточной терапии для восстановления репродуктивных функций, лечения болезней, связанных с патологиями соединительной ткани (варикозной болезни, пролапса органов тазового дна, пародонтоза и т.д.)</p>
<p>Методы культивирования, модификации и перепрограммирования клеток человека</p>		<p>Исследование механизмов и факторов репрограммирования клеток</p>
<p>Системы эффективного культивирования клеток человека, воздействия на их свойства и направленной дифференцировки для тканевой инженерии и клеточной терапии</p>		<p>Исследование способности стволовых клеток к дифференцировке, а также обеспечивающих ее молекулярных механизмов</p>



(продолжение)

Области задельных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка способов направленной дифференцировки стволовых клеток с целью получения функционально активных клеток необходимой специализации (кардиомиоцитов, клеток печени и т.д.)</p> <p>Разработка безопасных способов выделения и наращивания собственных стволовых клеток пациента из жировой ткани, костного мозга, периферической, пуповинной крови, кожи и других источников</p>
<p>Тканевые эквиваленты и искусственные живые органы человека</p>		<p>Исследование механизмов взаимодействия стволовых клеток с различными тканеспецифичными матриксами и их сочетанием</p> <p>Выявление способов индукции клеточной плюрипотентности</p> <p>Установление механизмов реализации индуцированной плюрипотентности</p> <p>Исследование роли ДНК-модифицирующих белков и метилирования геномной ДНК в регуляции дифференцировки и плюрипотентности клеток</p> <p>Исследование роли микроРНК в регуляции дифференцировки соматических стволовых клеток и поддержании их плюрипотентности</p> <p>Поиск оптимальных типов клеток, их сочетаний, объемной плотности, дифференцировочного состояния и активности, а также матриц их свойств и сочетаний для создания оптимальных тканевых эквивалентов</p> <p>Определение терапевтического потенциала клеток с индуцированной плюрипотентностью и условий обеспечения отсутствия их туморогенности</p> <p>Разработка методов получения тканевых эквивалентов, имеющих гистотипическую трехмерную структуру</p> <p>Разработка протоколов репрограммирования и дифференцировки клеток с индуцированной плюрипотентностью с целью получения специализированных пациент-специфических клеток для лечения болезней и методов обеспечения биобезопасности их применения</p>
<p>Биологически активные вещества для направленного восстановления структуры измененных заболеваниями органов и тканей человека</p>		<p>Поиск новых мишеней, воздействие на которые стимулирует восстановление структуры органов и тканей</p> <p>Исследование механизмов регенераторного воздействия при использовании новых молекулярных мишеней</p> <p>Поиск оптимальных способов воздействия на новую, стимулирующую регенерацию мишень: выбор оптимальной природы препарата (генно-инженерная конструкция, рекомбинантный белок, химически синтезированное соединение); способа воздействия на мишень (агонист, антагонист, ингибитор, аллостерический регулятор и т.д.)</p>



(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Создание биоактивных веществ, способных стимулировать регенерацию тканей и органов сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной, дыхательной, репродуктивной систем, кожи</p> <p>Разработка методов адресной доставки лекарств в определенные клетки и ткани</p> <p>Разработка методов терапевтической трансфекции клеток как вне организма, так и в тканях пациента</p>
Препараты, стимулирующие регенерацию на основе продуктов культивирования клеток человека		<p>Исследование регенераторной активности сочетаний компонентов, секретируемых стволовыми клетками</p> <p>Выбор типа клеток, бесклеточного препарата и способа его приготовления для стимуляции регенерации при лечении социально значимых болезней</p> <p>Разработка бессывороточных сред для культивирования клеток и способов использования бесклеточных продуктов для терапии, их испытания на моделях <i>in vivo</i></p> <p>Разработка методов масштабирования производства клеточных линий и бесклеточных продуктов</p>
Управление клеточными функциями путем воздействия факторами различной природы на внутриклеточные и внеклеточные сигнальные пути, транскрипционные и трансляционные комплексы		<p>Разработка средств доставки факторов различной природы в различные компартменты клеток-мишеней</p> <p>Моделирование <i>in silico</i> внутриклеточных и внеклеточных сигнальных путей, транскрипционных и трансляционных комплексов</p> <p>Экспериментальное выявление узловых молекул и критических состояний внутриклеточных и внеклеточных сигнальных путей, транскрипционных и трансляционных комплексов</p> <p>Исследование межклеточных взаимодействий, в том числе определяющих регенерацию органов и тканей</p> <p>Управление профилем экспрессии генов – регуляторов дифференцировки клеток</p> <p>Разработка технологий клеточной модификации <i>ex vivo</i> и <i>in vivo</i>, репрограммирование клеток с целью контроля пролиферации и апоптоза</p>
Биоинженерия, в том числе тканевая инженерия, тканевые эквиваленты и искусственные органы, скаффолды различной природы, клеточные элементы, культуры клеток и тканей для медицины		<p>Разработка скаффолдов различной природы, модифицированных биоактивными компонентами, для <i>in vitro</i> создания аналогов внешних и внутренних органов с использованием аутологических клеток</p> <p>Разработка технологий получения тканевых эквивалентов и искусственных органов</p> <p>Разработка технологии тканевого 3D-прототипирования</p> <p>Исследование межклеточного взаимодействия</p>



(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Искусственные живые системы, в том числе искусственные клеточные элементы и химерные клетки		<p>Создание «электронных» клеток различной функциональной направленности</p> <p>Создание митохондрий из составляющих ее макромолекул, получаемых методами синтетической биологии</p> <p>Исследование везикулярного транспорта и разработка управляемых везикул</p> <p>Разработка функциональных клеточных мембран</p> <p>Получение клеток с заданными свойствами, не имеющих аналогов в природе</p>
Методы безопасной консервации и хранения клеточных продуктов		<p>Разработка методов и реагентов, включая среды, для стабилизации сохраняемых культивируемых клеток и их продуктов</p> <p>Методы культивирования, модификации и перепрограммирования клеток человека и лабораторных протоколов их применения</p>
Оценка биобезопасности биомедицинских препаратов и клеточных продуктов		<p>Выявление ключевых механизмов реализации регенеративных влияний стволовых клеток на разные органы и ткани при различных патологических состояниях</p> <p>Исследование функциональной активности клеток, полученных с помощью дифференцировки из клеток с индуцированной плюрипотентностью, оценка их биобезопасности</p>
Оптогенетические методы управления клеточными функциями		<p>Разработка трансфекционных методов специфической экспрессии микробных родопсинов в структуру нейронов</p> <p>Технологии синтеза искусственных светочувствительных трансмембранных белковых структур разной степени чувствительности и реактивности к световым потокам определенных длин волн</p> <p>Картирование нейрональных систем мозга человека и разработка алгоритмов целенаправленного фотостимуляционного воздействия при определенных патологиях нервной системы</p> <p>Системы диагностики нарушений деятельности нервной системы вследствие перенесенных травм или гуморальных (нейромедиаторных) расстройств</p>

## 3.5. Биodeградируемые и композиционные материалы медицинского назначения

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- изделия нового поколения из многокомпонентных биосовместимых материалов для кардиологии, онкологии, ортопедии, травматологии, стоматологии и других областей медицины, включая импланты на металлической, керамической и полимерной основе с биоактивными покрытиями для тканевой и костной имплантации, биорезорбируемые матрицы, а также гибридные скаффолды, кишечные и кардиологические стенты, высокоэффективные антисептические перевязочные материалы и др.

**Табл. 6. Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Биодеградируемые и композиционные материалы медицинского назначения»**

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Материалы специализированного действия для наружного применения		<p>Разработка основ синтеза и принципов структурного дизайна антимикробных композиционных материалов на базе электропозитивных наноструктурных частиц, обеспечивающих избирательную бактерицидную и антисептическую активность</p> <p>Моделирование процессов взаимодействия в системе «частица – микроорганизм»</p> <p>Исследование механизмов действия наноструктурных частиц на микробные клетки, клетки раневой поверхности, здоровые клетки, изучение их биосовместимости</p> <p>Разработка антимикробных материалов на основе многокомпонентных наночастиц, содержащих нитридные и металлические фазы на уровне одной частицы, и оценка их биологической активности</p> <p>Создание наноструктурных сорбентов и исследование сорбционной активности в отношении микроорганизмов</p> <p>Разработка опытных технологий получения высокоэффективных ранозаживляющих и сорбционных антимикробных материалов, не содержащих антибиотики и антисептики, для хирургии, комбустиологии, дерматологии и травматологии</p>
Биомеханически совместимые кардиологические и кишечные импланты и стенты с функциональными покрытиями		<p>Разработка научных основ создания биологически совместимых поверхностей и покрытий, в том числе с использованием электронно-ионно-плазменных технологий, влияющих на пролиферативную активность клеток</p> <p>Разработка принципов создания новых композиционно-полимерных биодеградируемых и экологически безопасных материалов, а также поверхностей и покрытий, включающих биологически активные молекулярные структуры</p> <p>Моделирование биоактивных конструкций для создания биомеханически совместимых имплантов и ангиохирургических стентов</p> <p>Определение оптимальных комбинаций химических элементов для формирования покрытий на кардиологические и кишечные импланты и стенты и оценки их рестенирования</p> <p>Разработка аппаратурных комплексов для формирования покрытий на импланты и стенты методами электронно-ионно-плазменных технологий с учетом индивидуальных особенностей человека</p> <p>Разработка новых методов очистки и наработки химически и экологически чистых мономеров для создания новых композиционно-полимерных материалов, в том числе для осаждения гидрофильных или гидрофобных полимерных покрытий на импланты и стенты</p>



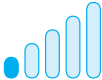


(продолжение)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка методов компьютерного конструирования новых материалов и покрытий, биомеханически совместимых с полыми органами человека</p> <p>Исследование биологической эффективности новых кардиологических и кишечных имплантов и стентов на экспериментальных моделях болезней</p> <p>Разработка минимально травматичных методов доставки сердечно-сосудистых и кишечных имплантов и стентов в соответствующие области организма с использованием экспериментальных моделей</p>
<p>Композиционные материалы с функциональной структурой для дентальных и челюстно-лицевых имплантов</p>		<p>Исследование механизмов взаимодействия новых сплавов на основе циркония с клетками и тканями</p> <p>Исследование закономерностей остеоинтеграции материалов на основе циркония</p> <p>Оптимизация морфологии поверхности в соответствии со структурой костной ткани с целью сокращения сроков, необходимых для процессов остеоинтеграции</p> <p>Модификация поверхности композитов тонкими биосовместимыми покрытиями</p> <p>Разработка методов стерилизации поверхности композитов посредством электронного и ионно-плазменного воздействия и способов оценки степени стерильности</p> <p>Разработка конструкции дентальных и челюстно-лицевых имплантов нового поколения, обеспечивающих: наиболее комфортное проведение имплантации; сокращение сроков остеоинтеграции; гарантию надежности соединения имплантов с элементами принадлежностей, используемых на последних этапах протезирования; долговечность имплантации и протезирования; повышение степени безопасности использования имплантов</p>
<p>Материалы для ортопедии, повторяющие архитектуру костной ткани</p>		<p>Разработка принципов структурного дизайна биокерамик и получение высокопрочных пористых керамик для эндопротезирования костного аппарата в структурно-фазовом состоянии, аналогичном природной костной ткани, провоцирующем ее пролиферацию в керамический каркас</p> <p>Создание пространственных структур, оптимальных для трехмерного новообразования костной ткани без угнетения ее морфогенетических потенций (обеспечение остеоиндуктивности)</p> <p>Создание материалов, аналогичных природной костной ткани, и их исследование на экспериментальных моделях</p>



(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка методов модификации внутриворых поверхностей керамического материала биоактивными кальций-фосфатными соединениями, обеспечивающими контролируемую кинетику пролиферации костной ткани в поровое пространство импланта</p> <p>Разработка технологических подходов, обеспечивающих формирование пространственной структуры пористого керамического каркаса методами прямого прототипирования имплантов, индивидуализированных для конкретного пациента</p> <p>Исследование биосовместимости и химической устойчивости эндопротезов</p> <p>Оценка прочности эндопротезов на фоне влияния органотканевого окружения при статических и динамических нагрузках</p>
<p>Материалы, стимулирующие регенеративные процессы при трансплантации и регулирующие клеточную активность и дифференцировку в организме</p>		<p>Исследование новых композитов для матриц – носителей стволовых клеток («тканевых биоконструкторов») на основе биосовместимых материалов, в том числе наноструктурированных металлов, и покрытий для отечественных высококачественных имплантов, необходимых для развития регенеративной медицины</p> <p>Исследования <i>in vitro</i> и <i>in vivo</i> для развития концепции «тканевых биоконструкторов» различных поколений на основе ключевых технологий «ниша – рельеф» и «ниша – энергия» для стромальных и паренхиматозных стволовых клеток</p> <p>Разработка и изучение свойств 2D- и 3D-«тканевых биоконструкторов» с искусственными микротерриториями определенных размеров и плотности распределения для стимуляции роста эндогенных стволовых клеток</p> <p>Разработка протоколов создания и модернизации панелей матриц – носителей стволовых клеток («тканевых биоконструкторов»), оптимальных способов функционализации их структуры и поверхности</p>

### 3.6. Биоэлектродинамика и лучевая медицина

Ожидаемые результаты заделных исследований:

- методы и аппаратно-программные комплексы для диагностики и лечения, основанные на технологиях направленного действия электромагнитных полей, высокоэнергизированных излучений; электродинамическое моделирование клеток и тканей;
- новые интерфейсы для регистрации и коррекции состояния организма;
- лабораторные протоколы применения электродинамических методов и методов лучевой терапии;
- аппаратно-программные комплексы для оптогенетических систем диагностики и лечения заболеваний нервной системы.

**Табл. 7. Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Биоэлектродинамика и лучевая медицина»**

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
<p>Контактные устройства, предназначенные для взаимодействия клеток с искусственными системами, для замещения функций поврежденных органов</p>		<p>Разработка технологии применения терагерцового излучения для физиотерапевтических целей</p> <p>Развитие физических основ низкотравматичной микрохирургии различных видов биологических тканей с использованием фемтосекундных лазерных импульсов</p>
<p>Интегрированные электронные управляющие устройства для восстановления поврежденных функций и мониторинга текущего состояния организма, в том числе в удаленном режиме</p>		<p>Разработка технологий роботизированной и визуализированной хирургии</p> <p>Разработка эффективных методов генерации и регистрации волн терагерцового излучения, создания лазерных спектроанализаторов со сверхширокой областью перестройки</p>
<p>Системы визуализации внутренней структуры со сверхвысоким разрешением</p>		<p>Разработка методов визуализации на основе ядерных технологий в сочетании с методами коррекции изображения в режиме реального времени, путем анализа сложных 3D-изображений</p> <p>Создание систем безопасности при использовании волн терагерцового излучения</p> <p>Разработка методов магнитно-резонансной спектроскопии</p> <p>Фундаментальные исследования биоэффектов терагерцового излучения, магнитных эффектов, биоэффектов сверхкоротких лазерных импульсов оптического диапазона, магнитных полей и др.</p> <p>Разработка средств визуализации на клеточном и субклеточном уровнях</p> <p>Разработка МРТ-технологий с повышенным контрастом изображения для работы в режиме реального времени</p> <p>Разработка функциональных МРТ-устройств со специализированным программным обеспечением</p> <p>Разработка технологий визуализации на основе сочетания высокочастотных, ультразвуковых, радиочастотных источников излучения, информационных технологий, в том числе в режиме реального времени</p> <p>Разработка средств визуализации на клеточном и субклеточном уровнях</p>
<p>Высокочувствительные сенсоры физических и физиологических параметров человека</p>		<p>Разработка технологии диагностики недостаточности иммунной системы у практически здоровых лиц</p>

(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
Интерфейсы для нейрональной фотостимуляции		<p>Разработка источников монохроматического света, вживляемых в ткани в качестве микроимпланта</p> <p>Аппаратные комплексы для фотостимуляции определенных нейрональных групп</p> <p>Разработка программных алгоритмов и систем контроля функционирования целевой нейрональной группы</p> <p>Создание гибридных оптогенетических нейрональных систем, функционирование которых определяется рядом физиологических параметров</p>

### 3.7. Геномная паспортизация человека

Ожидаемые результаты заделных исследований:


- национальные базы данных геномной информации;
- сеть центров прикладных геномных исследований;
- банк данных потенциальных биомишеней.

**Табл. 8. Перспективные направления заделных исследований в тематической области «Геномная паспортизация человека»**

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
База данных и база знаний генотипов и гаплотипов населения Российской Федерации		Разработка системы мониторинга состояния популяций
База данных и база знаний клинко-ассоциированных одиночных и множественных нуклеотидных полиморфизмов, генов и генных сетей, влияющих на эффективность фармакотерапии		<p>Разработка стандартизированной национальной системы биобанков, их включение в международные системы банков биологических образцов</p> <p>Разработка регистров заболеваний в поддержку биобанка</p> <p>Многоцентровые эпидемиологические исследования в области популяционной генетики этнических групп населения Российской Федерации</p> <p>Создание прототипов элементов вычислительных систем, реализующих перспективные принципы сопряжения, хранения и информационного обмена</p> <p>Создание прототипов мультязычных программных систем извлечения и формализации знаний из неструктурированной и слабоструктурированной информации, а также перспективных средств хранения и анализа знаний</p>



(окончание)

Области заделных исследований	Уровень ИиР	Приоритеты ИиР
		<p>Разработка интегрированных электронных управляющих устройств для восстановления поврежденных функций и мониторинга текущего состояния организма, в том числе в удаленном режиме</p>
<p>Образцы аппаратно-программных комплексов и лабораторные протоколы применения реагентов для полногеномного секвенирования ДНК, анализа протеомных, транскрипционных и эпигенетических профилей человека</p>		<p>Создание прототипов аппаратно-программных комплексов и их элементов, реализующих перспективные принципы молекулярного анализа</p> <p>Разработка программных систем анализа данных статических и динамических маркеров патологических процессов и протоколов поддержки принятия решений</p> <p>Разработка новых реагентов и протоколов их применения для высокотехнологичных аппаратно-программных комплексов с целью создания новых систем молекулярного скрининга</p>

## Список литературы

- Апокин А.Ю., Белоусов Д.Р. (2009) Сценарии развития мировой и российской экономики как основа для научно-технологического прогнозирования // Форсайт. Т. 3. № 3. С. 12–29.
- Ван Рай В. (2012) Зарождающиеся тенденции и «джокеры» как инструменты формирования и изменения будущего // Форсайт. Т. 6. № 1. С. 60–73.
- Гохберг Л.М., Кузнецова Т.Е. (2011) Стратегия-2020. Новые контуры российской инновационной политики // Форсайт. Т. 5. № 4. С. 8–31.
- Каминский И.П., Огородова Л.М., Патрушев М.В., Чулок А.А. (2013) Медицина будущего: возможности для прорыва сквозь призму технологического прогноза // Форсайт. Т. 7. № 1. С. 14–25.
- Кристенсен К. (2004) Дилемма инноватора. Как из-за новых технологий погибают сильные компании. М.: Альпина Паблишер.
- Минобрнауки России (2008а) Долгосрочный прогноз научно-технологического развития Российской Федерации (до 2025 года).
- Минобрнауки России (2008b) Разработка прогноза долгосрочного научно-технологического развития ключевых секторов российской экономики на период до 2030 года.
- НИУ ВШЭ (2013) Долгосрочные приоритеты прикладной науки в России. М.: НИУ ВШЭ.
- НЦЗД РАМН (2010) Стратегия «Здоровье и развитие подростков России» (гармонизация Европейских и Российских подходов к теории и практике охраны и укрепления здоровья подростков). М.: Научный центр здоровья детей РАМН.
- Перес К. (2011) Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. М.: Дело.
- Перечень критических технологий Российской Федерации. Утвержден Указом Президента Российской Федерации от 7.07.2011 г. № 899.
- Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию (2012) Официальный сайт Администрации Президента Российской Федерации. 12 декабря. <http://kremlin.ru/news/17118> (дата обращения: 03.02.2014).
- Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации. Утверждены Указом Президента Российской Федерации от 7.07.2011 г. № 899.
- Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. Утвержден Председателем Правительства Российской Федерации (№ ДМ-П8-5 от 3 января 2014 г.).
- Саритас О. (2013) Технологии совершенствования человека: перспективы и вызовы // Форсайт. Т. 7. № 1. С. 6–13.
- Сафин Р.Е. (2012) Игнорирование проблемы лечения больных гепатитом в РФ. Демократор. ru. 29 января. <http://democrator.ru/problem/6430> (дата обращения: 02.02.2014).
- Совещание с вице-премьерами: о прогнозе научно-технологического развития России на период до 2030 года; о кредитных рейтингах регионов (2014) Официальный сайт Правительства Российской Федерации. 20 января. [http://government.ru/vice\\_news/9809](http://government.ru/vice_news/9809) (дата обращения: 04.02.2014).



- Соколов А.В. (2007) Метод критических технологий // Форсайт. Т. 1. № 4. С. 64–74.
- Соколов А.В. (2009) Будущее науки и технологий: результаты исследования Дельфи // Форсайт. Т. 3. № 3. С. 40–58.
- Соколов А.В., Чулок А.А. (2012) Долгосрочный прогноз научно-технологического развития России на период до 2030 года: ключевые особенности и первые результаты // Форсайт. Т. 6. № 1. С. 12–25.
- Чулок А.А. (2009) Прогноз перспектив научно-технологического развития ключевых секторов российской экономики: будущие задачи // Форсайт. Т. 3. № 3. С. 30–36.
- Alliance for Regenerative Medicine (2013) Regenerative Medicine Annual Report March 2012 – March 2013. [http://alliancerm.org/sites/default/files/ARM\\_Annual\\_Report\\_2013\\_Website.pdf](http://alliancerm.org/sites/default/files/ARM_Annual_Report_2013_Website.pdf) (дата обращения: 28.01.2014).
- Amanatidou E. (2011) Grand challenges – a new framework for foresight evaluation. EU-SPRI conference papers. Manchester. 20–22 September.
- American Diabetes Association (2013) Economic Costs of Diabetes in the U.S. in 2012 // Diabetes Care. Vol. 36. April. P. 1033–1046.
- American Society for Microbiology (2012) Bringing the lab to the patient: developing point-of-care diagnostics for resource limited settings. <http://www.asm.org/index.php/colloquiumprogram/general-microbiology/91382-bringing-the-lab-to-the-patient-developing-point-of-care-diagnostics-for-resource-limited-settings-2012> (дата обращения: 28.01.2014).
- Battelle (2011) Battelle’s 2012 Global R&D Funding Forecast. [http://battelle.org/docs/default-document-library/2012\\_global\\_forecast.pdf](http://battelle.org/docs/default-document-library/2012_global_forecast.pdf) (дата обращения: 22.08.2013).
- Bohnett C. (2012) Health 2.0 Monitoring Devices, Part I: 12 Personal Devices for Your Digital Health Lifestyle. <http://www.webpt.com/blog/post/health-20-monitoring-devices-part-i-12-personal-devices-your-digital-health-lifestyle> (дата обращения: 28.01.2014).
- Cagnin C., Amanatidou E., Keenan M. (2012) Orienting European Innovation Systems towards Grand Challenges and the Roles that FTA Can Play // Science and Public Policy. Vol. 39 (2). P. 140–152.
- Cain J., Romanelli F., Fox B. (2010) Pharmacy, social media, and health: Opportunity for impact // Journal of the American Pharmacists Association. № 50 (6). P. 745–51. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21071322> (дата обращения: 28.01.2014).
- Center for Workforce Intelligence (2013) The technology horizon: Preliminary review on technologies impacting the future health and social care workforce. London: CfWI.
- European Commission (2006) Roadmaps at 2015 on Nanotechnology Application in the Sectors of Materials, Health & Medical Systems, Energy. Roma: AIRI / Nanotec IT.
- European Commission (2009) The 2009 Ageing Report: Economic and budgetary projections for the EU-27 Member States (2008–2060). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- European Commission (2010a) European Forward Looking Activities. EU Research in Foresight and Forecast. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- European Commission (2010b) Facing the future: time for the EU to meet global challenges. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Euro-Peristat (2013) European Perinatal Health Report: The Health and Care of Pregnant Women and their Babies in Europe in 2010. Luxembourg.
- Foresight Horizon Scanning Centre / Government Office for Science (2010) Technology and Innovation Futures: UK Growth Opportunities for the 2020s. London. <http://www.bis.gov.uk/foresight> (дата обращения: 29.01.2014).
- Georgioui L., Cassingena Harper J., Keenan M., Miles I., Popper R. (eds.) (2008) The Handbook of Technology Foresight: Concepts and Practice. Cheltenham: Edward Elgar.
- Government Office for Science (2007) Tackling Obesities: Future Choices. London. [http://www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/obesity/obesity\\_review\\_final\\_jp\\_110310.pdf](http://www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/obesity/obesity_review_final_jp_110310.pdf) (дата обращения: 28.01.2014).



- Government Office for Science (2008) *Mental Capital and Wellbeing: Making the most of ourselves in the 21st century*. London. <http://www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/mental-capital/mentalcapitalwellbeingexecsum.pdf> (дата обращения: 28.01.2014).
- Haegeman K., Scapolo F., Ricci A., Marinelli E., Sokolov A.* (2013) Quantitative and qualitative approaches in FTA: from combination to integration? // *Technological Forecasting & Social Change*. Vol. 80. P. 386–397.
- IBM (2013) Memorial Sloan-Kettering Cancer Center: IBM Watson helps fight cancer with evidence-based diagnosis and treatment suggestions. [http://www-03.ibm.com/innovation/us/watson/pdf/MSK\\_Case\\_Study\\_IMC14794.pdf](http://www-03.ibm.com/innovation/us/watson/pdf/MSK_Case_Study_IMC14794.pdf) (дата обращения: 28.01.2014).
- International Diabetes Federation (2013) *IDF Diabetes Atlas*. 6th edition. [http://www.idf.org/sites/default/files/EN\\_6E\\_Atlas\\_Full\\_0.pdf](http://www.idf.org/sites/default/files/EN_6E_Atlas_Full_0.pdf) (дата обращения: 28.01.2014).
- Medical Research Council (2012) *A Strategy for UK Regenerative Medicine*. <http://www.mrc.ac.uk/Utilities/Documentrecord/index.htm?d=MRC008534> (дата обращения: 22.01.2014).
- Meissner D., Gokhberg L., Sokolov A.* (eds.) (2013) *Science, Technology and Innovation Policy for the Future. Potentials and Limits of Foresight Studies*. New York, Dordrecht, London, Heidelberg: Springer.
- NIC (2012) *Global Trends 2030: Alternative Worlds*. December 2012. The National Intelligence Council.
- NISTEP (2005) *The 8th Science and Technology Foresight Survey: Delphi Analysis*. NISTEP report № 97. Tokyo: NISTEP.
- NISTEP (2010a) *Contribution of Science and Technology to Future Society*. Tokyo: NISTEP. [http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/rep140e/pdf/rep140e\\_overview.pdf](http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/eng/rep140e/pdf/rep140e_overview.pdf) (дата обращения: 28.01.2014).
- NISTEP (2010b) *Future Scenarios Opened up by Science and Technology (Summary)*. Tokyo: NISTEP. <http://data.nistep.go.jp/dspace/bitstream/11035/676/1/NISTEP-NR141-SummaryE.pdf> (дата обращения: 28.01.2014).
- NISTEP (2010c) *The 9th Science and Technology Foresight – Contribution of Science and Technology to Future Society*. NISTEP report № 140. Tokyo: NISTEP.
- OECD (2009) *The Bioeconomy to 2030. Designing a policy agenda*. Paris: OECD. [http://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030\\_9789264056886-en](http://www.oecd-ilibrary.org/economics/the-bioeconomy-to-2030_9789264056886-en) (дата обращения: 20.01.2014).
- OECD (2011) *OECD Reviews of Innovation Policy: Russian Federation*. Paris: OECD.
- OECD (2012a) *Looking to 2060: Long-term global growth prospects*. OECD Economic Policy Papers. № 3. Paris: OECD.
- OECD (2012b) *A Comparative Analysis of Health Forecasting Methods* // OECD Health Working Paper № 59. Paris: OECD Publications Service. [http://search.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DELSA/HEA/WD/HWP\(2012\)2&docLanguage=En](http://search.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DELSA/HEA/WD/HWP(2012)2&docLanguage=En) (дата обращения: 20.01.2014).
- OECD (2012c) *OECD Innovation Strategy*. Paris: OECD. <http://www.oecd.org/site/innovation-strategy> (дата обращения: 02.02.2014).
- OECD (2012d) *OECD Reviews of Health Systems: Russian Federation 2012*. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264168091-en> (дата обращения: 03.02.2014).
- OECD (2013a) *Cancer Care: Assuring Quality to Improve Survival*. Paris: OECD Health Policy Studies, OECD Publishing. [http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/cancer-care\\_9789264181052-en](http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/cancer-care_9789264181052-en) (дата обращения: 22.01.2014).
- OECD (2013b) *Health at a Glance 2013: OECD indicators*. Paris: OECD.
- OECD (2013c) *ICTs and the Health Sector: Towards Smarter Health and Wellness Models*. [http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/icts-and-the-health-sector\\_9789264202863-en](http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/icts-and-the-health-sector_9789264202863-en) (дата обращения: 22.01.2014).





- OECD / European Commission (2013) A Good Life in Old Age? Monitoring and Improving Quality in Long-term Care. Paris: OECD Health Policy Studies, OECD Publishing. [http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/a-good-life-in-old-age\\_9789264194564-en](http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/a-good-life-in-old-age_9789264194564-en) (дата обращения: 22.01.2014).
- Personalized Medicine Coalition (2011) The Case for Personalized Medicine. 3rd ed. Washington: Personalized Medicine Coalition. [http://www.personalizedmedicinebulletin.com/files/2011/11/Case\\_for\\_PM\\_3rd\\_edition1.pdf](http://www.personalizedmedicinebulletin.com/files/2011/11/Case_for_PM_3rd_edition1.pdf) (дата обращения: 27.01.2014).
- RAND (2006) The Global Technology Revolution 2020: In-Depth Analysis. Technical Report. Santa Monica, Arlington, Pittsburg: RAND Corporation.
- Sokolova A., Makarova E.* (2013) Integrated Framework for Evaluation of National Foresight Studies // Science, Technology and Innovation Policy for the Future: Potentials and Limits of Foresight Studies / Eds. D. Meissner, L. Gokhberg, A. Sokolov. New York, Dordrecht, London, Heidelberg: Springer. P. 11–30.
- Song J. et al.* (2013) Regeneration and experimental orthotopic transplantation of a bioengineered kidney // Nature Medicine. № 19. P. 646–651.
- The White House (2012) National Bioeconomy Blueprint. Washington.
- UNIDO (2005) UNIDO Technology Foresight Manual. Vienna: UNIDO.
- WHO (2011a) Cardiovascular diseases. Factsheet № 317. September. Geneva: World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/index.html> (дата обращения: 27.08.2013).
- WHO (2011b) Global Information System on Alcohol and Health. Geneva: World Health Organization. <http://apps.who.int/gho/data/view.main?showonly=GISAH> (дата обращения: 22.01.2014).
- WHO (2011c) Health technology assessment of medical devices. Geneva: World Health Organization. [http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501361\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501361_eng.pdf) (дата обращения: 27.08.2013).
- WHO (2011d) Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). Fact Sheet № 315. Geneva: World Health Organization. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs315/en/index.html> (дата обращения: 22.01.2014).
- WHO (2011e) Mental Health Atlas 2011. Geneva: World Health Organization.
- WHO (2012) World Health Statistics 2012. Geneva: World Health Organization.
- WHO (2013a) World Health Statistics 2013: a Wealth of Information on Global Public Health. Geneva: World Health Organization. <http://apps.who.int/iris/handle/10665/82058> (дата обращения: 22.01.2014).
- WHO (2013b) Mental health action plan 2013–2020. Geneva: World Health Organization. <http://apps.who.int/iris/handle/10665/89966> (дата обращения: 22.01.2014).
- WHO / Alzheimer Disease International (2012) Dementia: A Public Health Priority. Geneva: World Health Organization.
- Xu Z.Q. et al.* (2013) A nanomaterial-based breath test for distinguishing gastric cancer from benign gastric conditions // British Journal of Cancer. № 108 (4). P. 941–50.

**Прогноз научно-технологического  
развития России: 2030.  
Медицина и здравоохранение**

Редактор *М.Ю. Соколова*  
Художник *П.А. Шелегеда*  
Компьютерный макет:  
*О.Г. Егин, В.В. Пучков*

Подписано в печать 19.02.2014.  
Формат 60×90 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Печ. л. 6.0.  
Тираж 350 экз. Заказ № 142.

Отпечатано в ООО «Верже-РА»  
127055, Москва, Новослободская ул., 31, стр. 4–11

По вопросам приобретения книги обращаться  
в Институт статистических исследований  
и экономики знаний НИУ ВШЭ  
101000, Москва, Мясницкая ул., 20  
Тел.: 8 (495) 621-28-73, факс: 8 (495) 625-03-67  
<http://issek.hse.ru>  
E-mail: [issek@hse.ru](mailto:issek@hse.ru)