

А.С. Киселев,

д.э.н., к.соц.н., эксперт ЮНЕСКО, доцент кафедры истории медицины, истории Отечества и культурологии, старший научный сотрудник отдела историко-социологического анализа развития медицины НИИ социологии медицины, экономики здравоохранения и медицинского страхования Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

A.S. Kiselev,

Doctor of Economics, PhD (sociology), UNESCO expert, associate prof. of the chair of medical history, national history and cultural studies, senior researcher of the department of historical and sociological analysis of the development of medicine of the Research institute of sociology of medicine, health care economics and health insurance of the I.M. Sechenov First MSMU

ИСТОРИЯ БИОТЕХНОЛОГИЙ И ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ С УЧЕТОМ ДОЛГОСРОЧНОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РФ НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА

(ОБЗОР)

THE HISTORY OF BIOTECHNOLOGIES AND A FORECAST OF HIGH-TECH MEDICAL CARE WITH REGARD TO LONG-TERM SOCIAL AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF RUSSIA UP TO 2030 YEAR

(REVIEW)

КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Александр Сергеевич Киселев, доцент кафедры истории медицины, истории Отечества и культурологии, старший научный сотрудник отдела историко-социологического анализа развития медицины НИИ социологии медицины, экономики здравоохранения и медицинского страхования

Адрес: 119435, г. Москва, Б. Пироговская ул., 2, стр. 2

Телефон: 8 (499) 248–57–22

E-mail: alexanlr.kiselyov2010@yandex.ru

Статья поступила в редакцию: 04.06.2013

Статья принята к печати: 20.06.2013

Аннотация. В работе раскрывается краткая история зарождения медицинских биотехнологий и характеризуется их общее развитие, прослеживается связь биотехнологий с научными достижениями в области генетики, молекулярной биологии, биохимии, эмбриологии и клеточной биологии, а также с химическими и информационными технологиями, робототехникой. Автор выделяет значение биомедицинской инженерии, представляющей собой междисциплинарную дисциплину, нацеленную на совершенствование знаний в области инженерии, биологии и медицины, включающую применение технических подходов для решения насущных медицинских задач. Статья дает возможность охарактеризовать текущее состояние развития биотехнологий в мире, играющих важнейшую роль в расширении диапазона медицинской науки и создании новых видов высокотехнологичной медицинской помощи.

Annotation. In this work the brief history of the origin of medical biotechnology and characteristics of their overall development with a correlation of biotechnology scientific advances in genetics, molecular biology, biochemistry, embryology and cell biology, as well as the chemical and information technology, robotics, are given. The author emphasizes that biomedical engineering is interdisciplinary, aimed at improving knowledge in engineering, biology and medicine including the use of technical approaches to solve pressing health problems. The article makes it possible to characterize the current state of development of biotechnology in the world, playing a key role in expanding the range of medical science and the creation of new types of high-tech medical care.

Ключевые слова. Биотехнологии, биомедицинская инженерия, высокотехнологичная медицинская помощь.

Keywords. Biotechnologies, biomedical engineering, high-tech medical care.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ БИОТЕХНОЛОГИЙ

Использование микроорганизмов или их ферментов для обеспечения определенных технологических процессов в промышленном производстве были известны давно. Вместе с тем системные научные исследования создали условия для значительного расширения возможностей микроорганизмов.

Появлению и развитию собственно биотехнологий предшествовали два важных события. В 1814 г. петербургский биохимик К.С. Кирхгоф открыл явление биологического катализа. Он попытался биокаталитическим путем получить сахар из отечественного сырья (а не из сахарного тростника, как это делали раньше). В 1891 г. японский биохимик Дз. Такамина получил в США первый патент на использование ферментных препаратов в промышленных целях. Он предложил использовать диастазу для просахаривания растительных отходов.

Вместе с тем сам термин «биотехнология» в 1917 г. ввел в научный оборот венгерский инженер Карл Эреки. С нач. 1970 г. ученые начали использовать термин «биотехнология» по отношению, к примеру, к рекомбинантной ДНК и культурам клеток, выращиваемых *in vitro*. Далее какое-то время этот термин в основном применялся в пищевой промышленности и сельском хозяйстве. В целом биотехнологии основаны на научных достижениях в области генетики, молекулярной биологии, биохимии, эмбриологии и клеточной биологии, а также на химических и информационные технологиях, робототехнике.

Отметим, что в нач. XX в. были сделаны первые попытки с помощью биотехнологий наладить производство антибиотиков. Однако первый антибиотик — пенициллин ученым удалось выделить и очистить до приемлемого уровня лишь в 1940 г. Эта поистине революционная работа позволила начать налаживание промышленного производства лекарственных средств с помощью микроорганизмов, удешевить весь процесс производства и обеспечить биобезопасность новых препаратов. Первый препарат человеческого рекомбинантного инсулина был получен только спустя 30 лет.

В наши дни биомедицинская инженерия представляет собой междисциплинарную дисциплину, нацеленную на совершенствование знаний в области инженерии, биологии и медицины. Она включает применение технических подходов для решения насущных медицинских задач.

Среди наиболее известных биоинженерных продуктов можно назвать разработку искусственных суставов, магниторезонансную томографию, создание кардиостимуляторов, внедрение ангиопластики, биопротезов кожи, почечный диализ, конструирование аппаратов искусственного кровообращения.

Проанализируем текущее состояние развития

биотехнологий в мире, играющих важнейшую роль в расширении диапазона медицинской науки и создании новых видов высокотехнологичной медицинской помощи.

Развитие отрасли биотехнологий является одной из ключевых задач национальной инновационной политики Республики Корея (не путать с Северной Кореей). Для практической реализации этой важной задачи был разработан ряд долгосрочных программ развития биотехнологий. В этой стране активно создаются новые биоматериалы (новейшее направление медицинских исследований), развивается биомедицина, биоинформатика, бионанотехнологии.

В настоящее время правительством Японии реализуется комплексный план «Стратегия развития биоиндустрии и биотехнологий». По объему рынка биотехнологий (25 трлн. иен) Япония занимает второе место после США. Основным сегментом этого рынка является рынок медицинских биотехнологий (8,4 трлн. иен).

В Бельгии также серьезное внимание уделяется развитию медицинских биотехнологий. На этом направлении сегодня трудятся 160 инновационных компаний (3 600 сотрудников). В поле их зрения оказываются проблемы иммунологии, молекулярной визуализации и т. д.

В Венгрии насчитывается 85 компаний (2 000 чел.) биотехнологической направленности. Их ежегодный суммарный доход превышает 100 млн. евро. Общий объем финансирования НИОКР биомедицинской направленности составляет 25 млн. евро в год. В августе 2012 г. в г. Дебрецен был открыт новый фармацевтический инновационный центр «Фармаполис Парк» стоимостью 21 млн. евро (из них 50% инвестиций вложил Евросоюз). В т. наз. «красных» биотехнологических компаниях (фармацевтика и медицина) занято 37 компаний.

В инновационной политике Швеции биотехнологиям уделяется особое внимание. Там сегодня создается крупный биомедицинский кластер на базе Каролинского института, который собирается выпускать препараты для лечения различных видов онкологических заболеваний. На этот сектор работают в Швеции 30% всех ученых страны (25% из них имеют ученые степени). Согласно оценкам независимых научных журналов, шведский сектор Life Science занимает четвертое место в Европе.

Основными секторами развития биотехнологий в США являются: медицинские биотехнологии (биологические препараты, вакцины, фармакогеномика, геновая терапия, методы обнаружения генетических заболеваний, методы лечения онкологических заболеваний, инфекционных и аутоиммунных заболеваний, ВИЧ / СПИДа и других заболеваний, для которых на сегодняшний день не существует

эффективных возможностей для лечения).

В Российской Федерации самым мощным кластером, который нацелен на создание медицинских биотехнологий является «Сколково». О нем мы уже упоминали ранее. В целом же Россия занимает сегодня 8-е место в мире по НИОКР в области медицинских биотехнологий. Расходы на НИОКР в стране как в абсолютном, так и относительном выражении значительно ниже расходов США (2,9% ВВП; Китая — 1,8% ВВП; Республики Корея — 3,74% ВВП; Японии — 3,4% ВВП). Затраты, в т. ч. на медицинскую науку, в расчете на одного исследователя также уступают уровню Германии, США, Республики Корея и т. д. Результативность научных исследований в России и степень их мирового признания невелика сегодня. По данным Web of Science (Essential Science Indicators), по общему числу публикаций в ведущих научных журналах (в т. ч. известных медицинских журналах) Россия занимает 14-е место, а по общему числу ссылок (индекс Хирша) — 23-е место. По оценкам западных экспертов, наша страна занимает лидирующие позиции или имеет разработки мирового уровня только по трети из 34-х важнейших технологических направлений (к которым относятся и медицинские биотехнологии). Только 16% наших технологий доводится до уровня практического применения (с учетом конкурентной борьбы). Российский сектор высшего образования занимает лишь 9% от внутренних затрат на исследования и разработки (в США — 13,5%, Германии — 18%, Франции — 23% и т. д.). Доля исследователей в общей численности работников науки составляет в России 59% (в Германии — 59%, во Франции — 60%, Дании — 61%, Великобритании — 74%, Японии — 75%, Китае — 81%).

Отметим, что основной вектор глобальной инновационной динамики определяется сегодня ускоренным развитием конвергентных нано-, био-, инфо-, когнитивных технологий. Приложение новых медицинских биотехнологий существенно влияют на облик современных медицинских услуг. Абсолютными приоритетами мировых центров научно-технического развития США, Германии, Японии, Франции, Великобритании и Китая являются медицинские биотехнологии.

Мировой рынок медицинских приборов и оборудования для ВМП составил в 2011 г. 289, 2 млрд. долл. (прогноз до 2020 г. 420 млрд. долл.); инновационных препаратов на основе биотехнологий составил 147,7 млрд. долл. (прогноз — 299 млрд. долл.); диагностических и лечебных систем на основе биотехнологий составил 158,5 млрд. долл. (прогноз — 222 млрд. долл.); средств ядерной медицины составил 10,7 млрд. долл. (прогноз к 2014 г. — 15 млрд. долл.).

ОСНОВНЫЕ ДРАЙВЕРЫ РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКИХ БИОТЕХНОЛОГИЙ

Основными драйверами развития медицинских биотехнологий будут являться: болезни обмена веществ, патологий мозга (в частности, болезнь Альцгеймера), обеспечение медицинской безопасности.

Медицинские биотехнологии будут стремиться внести свой вклад в ВМП с учетом следующих моментов:

- развития технологий персонализированной медицины, которые позволят индивидуализировать диагностические и терапевтические процессы, значительно усилить полезный эффект и снизить затраты на лечение за счет использования наиболее эффективных средств ВМП;
 - создания материалов с новыми свойствами (с высокой степенью биосовместимости), способных сращиваться с живой костной тканью (биоситаллы), с эффектом «памяти формы», а также обладающих биологической активностью, способных восстанавливать отдельные органы или целые системы организма человека;
 - развития исследований в области обеспечения регуляции экспрессии генома, что позволит значительно сократить стоимость прочтения генома конкретного человека, разработать методы направленной регуляции онтогенеза и создания биологических систем с заданными свойствами, а также диагностики и лечения заболеваний до их клинического проявления;
 - развития направленной регуляции клеточной дифференцировки для определения биологических свойств и функционального назначения клеток для терапии и культивирования биологической ткани для трансплантации;
 - развития таргетной терапии.
- Развитие биомедицины и ВМП в России до 2030 года нацелено:
- на снижение смертности от болезней системы кровообращения (до 694,4 случаев на 100 тыс. населения);
 - на снижение смертности от новообразований (в первую очередь от злокачественных) — до 192,8 случаев на 100 тыс. населения;
 - на снижение смертности от травм при дорожно-транспортных происшествиях (до 10, 6 случаев на 100 тыс. населения);
 - на снижение младенческой смертности от врожденных пороков развития (до 7,5 на 1 тыс. родившихся живыми).

Целью государственной программы Российской Федерации «Развитие здравоохранения» является обеспечение доступности медицинской помощи (ВМП), повышение эффективности медицинской помощи на основе достижений медицинской науки.

Общий объем финансирования этой программы в 2013–2020 гг. составит 33,7 трлн. руб. (в текущих ценах). Из них за счет средств федерального бюджета 2,7 трлн. руб., средств консолидированного бюджета регионов страны 10,5 трлн. руб. Средств Фонда ОМС — 17,1 трлн. руб. (дополнительная потребность в средствах федерального бюджета заявлена в объеме 3,4 трлн. руб.).

Государство планирует, что к 2030 г. в Российской Федерации будет создана система здравоохранения, способная конкурировать со здравоохранением развитых европейских стран и характеризующаяся низкими показателями заболеваемости, смертности и инвалидизации, высококвалифицированным медицинским персоналом (в особенности привлекаемым для оказания ВМП), инновационными методами диагностики,

основанными на новейших достижениях мировой науки, техники и технологий.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОФИЛЕЙ ВМП В РОССИИ

На сегодняшний день в России применяются и планируются к использованию следующие эксклюзивные медицинские технологии (в т. ч. основанные на медицинских биотехнологиях) по профилям специализированной и высокотехнологичной медицинской помощи.

МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ:

1. ПЭТ — трейсеры (диагностические метки) для визуализации предопухолевых процессов и опухолевых процессов на ранней стадии.
2. Биочипы для диагностики и эффективного лечения аутоиммунных заболеваний.
3. Использование тест-систем на основе геномной ДНК опухолей желудочно-кишечного тракта в стуле.
4. Лиганды в визуализации рака молочной железы.
5. Интраоперативные мультиспиральные системы визуализации опухолей.
6. Биомаркеры периферических клеток крови для оценки развития сердечно-сосудистых заболеваний.
7. Профиль ДНК / микроРНК для стратификации пациентов с высоким риском развития сердечной недостаточности.
8. Диагностические методы неоваскуляризации с применением радионуклидов или частиц оксида железа для использования в МРТ/ПЭТ/SPECT.
9. Биочипы для диагностики генетически детерминированных нарушений гемостаза.
10. Биочипы для оценки генетического полиморфизма в ранней диагностике сосудистых заболеваний и их осложнений.

11. Молекулярная диагностика нейродегенеративных заболеваний для постановки диагноза на ранних сроках.
12. Молекулярная диагностика и стратификация риска сепсиса (биочипы, возможность использования у постели).
13. Тест-системы и биочипы для идентификации лекарственной резистентности, чувствительности к фармакологическим препаратам.
14. Ультрасенситивные ПЭТ-системы.
15. Преимплантационная молекулярно-генетическая диагностика.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕРАПИИ, ТАРГЕТНАЯ ТЕРАПИЯ:

1. Таргетная терапия (ангиогенез, фиброгенез, онкологические заболевания, аутоиммунные заболевания).
2. Генная терапия.
3. Неоадьювантная терапия онкологических заболеваний.
4. Терапевтические вакцины в онкологии на основе модуляции Т-клеточного ответа (пептиды опухоли и компоненты, активирующие Т-систему лимфоцитов).
5. Лекарственные формы с использованием липосом для адресной доставки к опухоли.
6. VOLTA — волнометрическая термоабляция (неинвазивное лечение рака под контролем МРТ и/или УЗИ).
7. Терапевтические вакцины в инфектологии.
8. Протонная терапия, ионная терапия.
9. Персонализированная химиотерапия.

ХИРУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ (ВЗРОСЛОЕ НАСЕЛЕНИЕ):

1. Удаление опухоли с применением интраоперационной навигации.
2. Реконструктивно-пластические, органосохраняющие операции с применением робототехники.
3. Микрохирургическая реконструкция при врожденных и приобретенных сложных и гигантских дефектах и деформациях свода, лицевого скелета и основания черепа с компьютерным и стереолитографическим моделированием с применением биосовместимых пластических материалов и ресурсоемких имплантов.
4. Эндоскопическая реконструкция врожденных и приобретенных дефектов и деформаций лицевого скелета и основания черепа с применением ауто- и/или аллотрансплантантов.
5. Стереотаксически ориентированное лучевое лечение злокачественных (первичных и вторичных) и доброкачественных опухолей головного и спинного мозга, оболочек, черепных нервов, а также костей основания черепа и позвоночника (Гамма-нож).

6. Ресурсоемкое комбинированное и эндоваскулярное вмешательство.
7. Хирургическая (эндоваскулярная) коррекция сложных нарушений ритма сердца.
8. Радикальная эндоскопическая хирургия опухолей ЖКТ на ранних стадиях.
9. Высокодозная химиотерапия с поддержкой аутологичными стволовыми клетками крови с использованием ростовых факторов, антибактериальной, противогрибковой, противовирусной терапии, компонентов крови.
10. Резекция костей, образующих сустав с эндопротезированием.
11. Роботассистированные операции опухолей головы и шеи.
12. Транскатетерное протезирование клапанов сердца.
13. Реконструктивно-пластические операции на трахее, ее бифуркации и главных бронхах, в т. ч. с резекцией легкого и пневмонэктомией.
14. Роботассистированные операции на легких.
15. Ортотопическая трансплантация сердца.
16. Ортотопическая трансплантация печени.
17. Трансплантация панкреатодуоденального комплекса.
18. Трансплантация тонкой кишки.
19. Трансплантация легких.
20. Трансплантация сердечно-легочного комплекса.
21. Роботассистированные оперативные вмешательства в урологии.
22. Реконструкция костей лицевого скелета и нижней челюсти, в т. ч. методом дистракционного остеогенеза и контурной пластики с помощью индивидуально изготовленных имплантов.
23. Реконструктивно-пластическая операция путем остеотомии, репозиции смещенных костных отломков и замещения дефекта аутотрансплантантом, композитным материалом или титановой пластиной (сеткой), в т. ч. с использованием компьютерных методов планирования навигации.
24. Удаление вторичной катаракты с реконструкцией задней камеры с имплантацией ИОЛ.
25. Аллолимбальная трансплантация.
26. Аутоконъюнктивальная пластика роговицы.
27. Дисклеральное удаление инородного тела с локальной склеропластикой.
28. Имплантация искусственной радужки / иридохрусталиковой диафрагмы.
29. Иридоциклосклерэктомия при посттравматической глаукоме.
30. Трансплантация амниотической мембраны.
31. Отсроченная имплантация иридо-хрусталиковой диафрагмы при новообразованиях глаза.
32. Брахитерапия при новообразованиях глаза.
33. Иридэктомия при новообразованиях глаза.
34. Рефракционная микрохирургия.
35. Комбинированная микрохирургия катаракты.
36. Органосохраняющая микрохирургия роговицы.
37. Комбинированные операции на сетчатке.
38. Резекция опухоли или иного опухолеподобного образования блоком или частями из комбинированных доступов с многоэтапной реконструкцией дефекта позвоночного столба с использованием стабилизирующими системами погружных имплантов и спондилосинтезом.
39. Декомпрессивно-стабилизирующее вмешательство с резекцией позвонка, межпозвоночного диска и связочных элементов сегмента позвоночника из вентрального или заднего доступов, репозиционно-стабилизирующий спондилосинтез с использованием костной пластинки (спереплантация (реваскуляризация) отчлененного сегмента верхней или нижней конечности).
40. Реконструкция тазобедренного сустава посредством периацетабулярной остеотомии и транспозицией вертлужной впадины с заданными углами антеверсии и фронтальной инклинации.
41. Удаление хорошо фиксированных компонентов эндопротеза и костного цемента с использованием ревизионного набора инструментов и имплантация ревизионных эндопротезных систем с замещением костных дефектов аллотрансплантатами или биокомпозитными материалами и пр.
42. Артролиз и управляемое восстановление длины конечности посредством применения аппаратов внешней фиксации.
43. Пластика грудной клетки с резекцией реберного горба.
44. Роботассистированные операции в гинекологии.
45. Фетальная хирургия.

ПЕДИАТРИЯ:

Диагностические методы:

1. Медико-генетические исследования, включая цитогенетические и секвенирование гена при наследственных заболеваниях у детей.
2. Диагностика заболеваний желудочно-кишечного тракта с применением видеокапсульной эндоскопии.
3. Молекулярно-генетический мониторинг опухолей у детей.
4. Биопсия мышечной ткани с электронно-микроскопическим исследованием.

Терапевтические методы:

1. Лечение орфанных заболеваний с применением специфической патогенетической терапии.
2. Лечение резистентных к стандартной терапии заболеваний соединительной ткани, аутоиммунных заболеваний желудочно-кишечного тракта.

та и печени, аллергических болезней тяжелого течения, наследственных и приобретенных нефритов с применением генно-инженерных препаратов.

3. Терапия при канальцевых заболеваниях почек с применением селективных метаболических корректоров.
4. Клеточная терапия онкологематологических заболеваний.
5. Персонифицированная химиотерапия и иммунотерапия.
6. Иммунозаместительная терапия первичных иммунодефицитов.
7. Протонная терапия у детей.

Хирургические методы:

1. Оперативное и химиотерапевтическое лечение опухолей головного мозга у детей.
2. Радикальная, гибридная, гемодинамическая коррекция, реконструктивные и пластические операции при изолированных дефектах перегородок сердца у новорожденных и детей до 1 года.
3. Модифицированные виды абляций и симпатэктомия при нарушениях ритма у детей.
4. Литотрипсии у детей раннего возраста.
5. Установка кардиовертеров-дефибрилляторов при жизнеугрожающих нарушениях ритма сердца у детей.
6. Трансплантация костного мозга.
7. Лечение детей с пороками развития челюстно-лицевой области с использованием компьютерного моделирования.
8. Микрохирургическая пересадка мышц.
9. Эндопротезирование суставов у детей.
10. Лечение травм позвоночника и спинного мозга с использованием индивидуально изготовленных фиксаторов.
11. Эндоваскулярная хирургия.
12. Фокусная УЗИ-абляция ткани.
13. Лечение спастического синдрома при детском церебральном параличе с применением ботулинотерапии под контролем УЗИ и миографии, установкой баклофеновых помп.
14. Установка вагусных стимуляторов при медикаментозно-резистентных формах эпилепсии у детей.
15. Неонатальная хирургия.

Ниже приведем классификацию отечественных университетов, выполняющих научные исследования в области создания медицинских биотехнологий для нужд ВМП.

Университеты с особым правовым статусом:

1. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова;
2. Санкт-Петербургский государственный университет.

Перечень федеральных университетов:

1. Сибирский федеральный университет;
2. Южный федеральный университет;
3. Дальневосточный федеральный университет;
4. Казанский (Приволжский) федеральный университет;
5. Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова;
6. Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова;
7. Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина;
8. Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта;
9. Северо-Кавказский федеральный университет.

Перечень университетов, в отношении которых установлена категория «национальный исследовательский университет»:

1. Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»;
2. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»;
3. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»;
4. Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева — КАИ;
5. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет);
6. Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана;
7. Московский физико-технический институт (государственный университет);
8. Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского;
9. Новосибирский национальный исследовательский государственный университет;
10. Пермский национальный исследовательский политехнический университет;
11. Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет);
12. Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»;
13. Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики;
14. Национальный исследовательский Томский политехнический университет;
15. Белгородский государственный национальный исследовательский университет;
16. Иркутский государственный технический университет;
17. Казанский национальный исследовательский технологический университет;

18. Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева;
19. Национальный исследовательский университет «МИЭТ»;
20. Московский государственный строительный университет;
21. Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт»;
22. Пермский государственный национальный исследовательский университет;
23. Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова;
24. Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина;
25. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет;
26. Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского;
27. Национальный исследовательский Томский государственный университет;
28. Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет);
29. Санкт-Петербургский Академический университет — научно-образовательный центр нанотехнологий Российской академии наук.

По оценкам Минздрава России, XXI в. является веком медицинских биотехнологий и Россия применит весь свой интеллектуальный потенциал для развития этого вида технологий в интересах дальнейшего совершенствования качества ВМП и наращивания объема предоставления этих услуг населению страны.

Список литературы

1. *Сазыкин Ю.О.* Биотехнология. — М., 2006.
Sazykin Yu.O. Biotechnology. — М., 2006.
2. *Егоров Н.С.* Основы учения об антибиотиках. — М.: Высшая школа, 1990.
Egorov N.S. Basic knowledge about antibiotics. — М.: Vysshaya shkola, 1990.
3. Биотехнология. Принципы и применение: Пер. с англ. яз. / Под ред. Хиггинса И., Беста Д. и Джонса Дж. — М: Мир, 1989.
Biotechnology: Principles and applications / Ed. by Higgins I., Best D., Johns J. — М.: Mir, 1989.