

**А.В. Мелерзанов**

канд. мед. наук, декан ФБМФ МФТИ, доцент кафедры организационно-правового обеспечения медицинской деятельности и фармацевтической деятельности с курсом клинической фармакологии ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского

**О.Ю. Александрова**

д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой организационно-правового обеспечения медицинской деятельности и фармацевтической деятельности с курсом клинической фармакологии ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского

**А.А. Свистунов**

д-р мед. наук, член-корреспондент РАН, профессор, первый проректор ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

**A.V. Melerzanov**

Candidate of Medical Science, Dean of DBMP MIPT, associate Professor, the Department of managerial and legislative advisory for medical and pharmaceutical services with a clinical pharmacology course Vladimirsky MRRCI

**O.Yu. Alexandrova**

Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of managerial and legislative advisory for medical and pharmaceutical services with a clinical pharmacology course Vladimirsky MRRCI

**A.A. Svistunov**

Doctor of Medical Sciences, Corresponding Member of RAS, Professor, first vice-rector Sechenov FMSMU

**ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ЦИФРОВОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ****DIGITAL HEALTH CARE PERSONNEL TRAINING****КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**

**Мелерзанов Александр Викторович**, канд. мед. наук, декан ФБМФ МФТИ, доцент кафедры организационно-правового обеспечения медицинской деятельности и фармацевтической деятельности с курсом клинической фармакологии

Адрес: 141 700, РФ, МО, Долгопрудный, 9 Институтский пер. № 501АК

Тел.: +7495-576-0714; e-mail: m83071@gmail.com

Статья поступила: 02.06.2017

Статья принята: 29.09.2017

**CONTACT INFORMATION****Alexander Melerzanov**

Candidate of Medical Science, Dean of DBMP MIPT, associate Professor, the Department of managerial and legislative advisory for medical and pharmaceutical services with a clinical pharmacology course Vladimirsky MRRCI

Address: 9 Institutsky lane #501AC, Dolgoprudny, MR, Russia 141 700

Tel.: +7495-576-0714; e-mail: m83071@gmail.com

Article submitted: 02.06.2017

Article approved: 29.09.2017

**Аннотация**

В статье рассматриваются основные аспекты подготовки кадров для работы в инновационном сегменте индустрии здравоохранения, в том числе, в рамках сетевого межвузовского взаимодействия и в условиях частно-государственного партнерства.

**Ключевые слова:** цифровое здравоохранение, кластер, двойное образование, биотехнология.

**Abstract**

The article discusses the main aspects of personnel training for future work in innovative segment of the health care industry including interuniversity network interaction and in private company — state partnership.

**Keywords:** digital health care, cluster, dual education, biotechnology.

Разработка, развитие и внедрение инновационных продуктов и технологий возможны при соблюдении двух условий.

1. Достаточное финансирование НИОКР.
2. Наличие высококвалифицированных кадров.

**Актуальность:** переход на новую модель здравоохранения — цифровое здравоохранение, в соответствии с программой развития здравоохранения, утвержденной Министром здравоохранения РФ В.И. Скворцовой, возможен только при наличии высококвалифицированных кадров. Отбор и подготовка кадров

с последующим внедрением в индустрию здравоохранения требуют создания новой организационно-функциональной модели подготовки специалистов трансляционной медицины и врачей биомедицины.

**Цель:** разработка организационно-функциональной модели подготовки кадров на основе сетевого взаимодействия университетов группы «5 топ 100» — МФТИ и ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) с использованием для внедрения в инновационный сегмент индустрии здравоохранения

ния системы частно-государственного партнерства в виде АНО «Биофармкластер «Северный».

**Материалы и методы:** изучены модели частно-государственного партнерства в сфере индустрии здравоохранения и образовательные программы, разработана и внедрена инновационная модель сетевого образования.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На примере Биофармкластера «Северный» (БФКС), Московского физико-технического института (МФТИ) и партнеров БФКС, в число которых входят как индустриальные, так и образовательные и клинические организации, в данной главе будут рассмотрены вопросы успешной реализации подготовки кадров для медицинской и фармацевтической науки и промышленности; подготовка нового типа врача — врача-исследователя. Также будет рассмотрено создание экосистемы старт-апов (акселераторов), способствующей развитию проектов, и подготовка предпринимателей для биомедицинских и высокотехнологических компаний.

Одним из основных методов, используемых в современной политике государства в области развития инновационной экономики, является реализация кластерной политики, создание системы государственных и общественных мер и механизмов поддержки кластеров и кластерных инициатив, обеспечивающих повышение конкурентоспособности регионов, предприятий, входящих в кластер, развитие институтов, стимулирующих формирование кластеров, а также обеспечивающих внедрение инноваций (Министерство экономического развития РФ).

Целью кластерной политики является обеспечение высоких темпов экономического роста и диверсификации экономики за счет повышения конкурентоспособности предприятий, научно-исследовательских и образовательных организаций, образующих территориально-производственные кластеры (С.А. Семенов, РАГС при Президенте РФ) [1].

23 октября 2009 г. Министерством промышленности и торговли РФ был издан приказ № 965 «Об утверждении Стратегии развития фармацевтической промышленности Российской Федерации на период до 2020 года». В 2010 г. в рамках исполнения данной стратегии развития фармацевтической промышленности было принято решение о создании БФКС. Для реализации данного решения было подписано соглашение о создании БФК «Северный» на территории Москвы и Московской области на базе МФТИ.

В соглашение, помимо собственно МФТИ, вошли ведущие фармацевтические организации России:

- автономное некоммерческое партнерство Центр Высоких Технологий «ХимРар»;

- открытое акционерное общество «Протек»;
- Федеральное государственное предприятие Научно-производственный центр «Фармзащита» Федерального медико-биологического агентства;
- Открытое акционерное общество «Химико-фармацевтический комбинат «Акрихин».

Основной целью создания БФКС является «переход на инновационную модель развития фармацевтической и медицинской промышленности Российской Федерации с использованием взаимодополняющего потенциала МФТИ и других организаций, находящихся на территории кластера». Для осуществления перехода на инновационную модель было необходимо решить несколько задач.

1. Увеличение обеспеченности населения, учреждений системы здравоохранения и вооруженных сил Российской Федерации современными жизненно необходимыми и важнейшими лекарственными средствами и медицинскими изделиями, в том числе разработанными и внедренными в производство на территории Кластера.
2. Повышение конкурентоспособности фармацевтической и медицинской промышленности Кластера за счет ее модернизации и перехода на стандарты по разработке и производству лекарственных средств в соответствии с международными требованиями.
3. Организация массовой разработки и внедрения в производство инновационных лекарственных средств и медицинских изделий на территории Кластера и поддержки экспорта российской интеллектуально емкой продукции, в том числе за счет выработки дополнительных механизмов финансирования оригинальных разработок.
4. Практическая отработка моделей кооперации разработчиков и производителей лекарственных средств и медицинских изделий, обеспечивающих непрерывность инновационного цикла в отраслях, на базе инновационного малого предпринимательства.
5. Совершенствование системы подготовки специалистов для фармацевтической и медицинской промышленности, в том числе создание новых программ выявления, поддержки, обучения и переподготовки молодых инновационных предпринимателей.
6. Налаживание международной кооперации по разработке и производству высокотехнологичной продукции в области «живых систем».

Для решения поставленных задач было необходимо создать условия взаимодействия науки, образования, индустрии и конечных пользователей. Поэтому в 2011 г. был заложен «биокорпус» для последующего размещения там научно-исследователь-

ских и образовательных лабораторий, также был создан «биобизнес-инкубатор» для поддержки будущих предпринимателей в сфере инновационных медицинских технологий, которые впоследствии могли бы развить свои направления в запущенном в тестовом режиме 2015 г. «биокорпусе» МФТИ. К моменту официального открытия 13 февраля 2017 г. министром промышленности и торговли Российской Федерации Д.В. Мантуровым было завершено бизнес-планирование и подготовлено размещение лабораторий и малых производств в био-корпусе.

К настоящему моменту были разработаны и успешно реализуются следующие основные направления деятельности БФКС.

- Интеграция вузовской и прикладной науки и высокотехнологичного бизнеса в фармацевтической и медицинской отраслях путем создания и бизнес-инкубирования малых инновационных предприятий (старт-апов) на базе МФТИ и бизнес-инкубатора Центра высоких технологий «Химрар».
- Создание системы финансирования научно-исследовательских проектов в форме частно-государственного партнерства.
- Развитие взаимодополняющей инфраструктуры и материально-технической базы участников Кластера, необходимой для разработки и внедрения в производство инновационной фармацевтической и медицинской продукции.

- Выявление, подготовка и переподготовка кадров нового типа для научно-исследовательской и предпринимательской деятельности в инновационном высокотехнологичном бизнесе.
- Создание имиджа и продвижение среди профессионального сообщества и широкой общественности Кластера и его участников как центра инновационного развития отечественной фармацевтической и медицинской отраслей.
- Создание сети экспертов мирового уровня в области «живых систем».
- Международная интеграция Участников Кластера.

Очевидно, что инновационное развитие невозможно без высококвалифицированных кадров. Для подготовки нового типа исследователей для медицинской и фармацевтической науки и промышленности был создан факультет биологической и медицинской физики (ФБМФ) МФТИ. Для более тесного взаимодействия и понимания потребностей конечного потребителя инновационной медицинской и фармацевтической продукции было принято решение о том, что факультет должен возглавлять врач с опытом в организации здравоохранения.

Для студентов нового факультета была создана программа, которая, помимо традиционного физико-математического образования, включила в себя химию и биологию на младших курсах. Для направленной подготовки студентов к последующему проведению НИР в базовых организациях были



РИС. 1. Организационная модель Биофармакластера «Северный» (БФКС)

подготовлены дополнительные курсы, позволяющие понять принципы работы современного биотехнологического аналитического и производственного оборудования. На старших курсах в рамках «Системы физтеха» на базовых кафедрах были введены новые курсы по биотехнологиям, медицинской химии, компьютерному дизайну лекарственных средств, а также основы предпринимательской деятельности в сфере инновационных медицинских технологий. Также был разработан специальный курс Росздравнадзора, позволяющий студентам понять принципы внедрения экспериментальных разработок в производство и на рынок медицинских услуг.

На базе научно-производственных объединений были созданы летние практики по разработке медицинской техники в действующих конструкторских бюро и передовых клиниках, использующих биоаналитику в практическом здравоохранении, представляющих собой образцы клиник, постепенно переходящих на модель инновационного здравоохранения, основанную по персонализированной профилактике.

Лабораторные аналитические технологии и биоинформатика являются основой инновационной модели здравоохранения. Генетические исследования в совокупности с ОМИКсными технологиями (геномика, транскриптомика, протеомика, метаболомика и липидомика) (OMICs) и последующей биоинформатической обработкой позволяют получать огромные объемы данных (big data). Для анализа данных (data mining) и трансляции полученных результатов в практическую медицину необходим новый подход к подготовке специалистов. Новая модель здравоохранения (цифровое здравоохранение), базирующаяся на принципах персонализации и превентивности, может быть реализована только при условии применения в клинической практике результатов цифровой обработки данных, полученных в ходе молекулярно-генетических исследований. Для этого необходима новая система обучения медицинских и немедицинских специалистов, позволяющая реализовать индивидуальные траектории подготовки специалистов в зависимости от планируемого направления деятельности в сфере медицинской науки и промышленности.

В зависимости от предполагаемой дальнейшей научно-исследовательской работы в системе здравоохранения студентам предоставляется возможность набирать обучающие модули. В соответствии с Законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. право на создание собственных стандартов образования, полученное ведущими вузами Российской Федерации, в число которых входит МФТИ, позволило реализовать уникальный подход для подготовки специалистов-разработчиков инновационных медицинских технологий.

Фактически на старшем курсе бакалавриата и в магистратуре студенты, уже обладающие полноценным базовым образованием по основным дисциплинам

(математика, физика, химия, биология, информатика, английский язык), начинают «обучение на рабочем месте» в научно-исследовательских лабораториях ведущих российских академических институтов и научно-клинических федерального и московского подчинения, а также в институтах ФМБА России.

Таким образом, студенты помимо базовых знаний получают навыки и знания в области инновационных медицинских технологий. Обучение ведется по трем основным направлениям.

- Биоинформатика и молекулярная биология.
- Медицинская химия и разработка лекарственных средств.
- Разработка медицинской техники и материалов.

Отдельными направлениями являются подготовка «технологических» предпринимателей, реализуемая на кафедре инновационной фармацевтики, медтехники и биотехнологий на базе БФК «Северный», и подготовка врачей-исследователей, реализуемая в рамках системы двухдипломного образования МФТИ и ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет).

Студенты завершают обучение в магистратуре дипломной работой, имеющей практическое значение и обладающей научной новизной. Проекты рассматриваются научно-техническим советом центра живых систем МФТИ. Наиболее перспективные инновационные проекты поддерживаются специально созданным фондом поддержки молодых предпринимателей, работающих в сфере инновационных медицинских технологий. Созданный членами БФКС так называемый посевной фонд позволяет молодым предпринимателям начать реализацию первого этапа своего проекта.

При условии успешной реализации первого этапа проект получает дальнейшую административную и инвестиционную поддержку. Кроме того, студенты имеют возможность представлять свои проекты компаниям — членам БФКС, которые также оценивают инновационность проектов и могут принять решение о финансировании наиболее перспективных проектов в своей области интересов, поддерживая в дальнейшем процесс доклинических и клинических исследований в партнерских организациях с разрешением на проведение клинических исследований фармацевтических препаратов, медицинских изделий и биотехнологических продуктов. Для грамотного оформления документов и проведения всех необходимых работ заключен договор и создана постоянно действующая рабочая группа представителей БФКС и подведомственной Росздравнадзору организации — ВНИИМТ.

Список организаций — членов БФКС на конец 2014 г. представлен на рис. 2.

В процессе реализации программы подготовки научно-исследовательских кадров без медицинского образования встал вопрос о том, что существующее

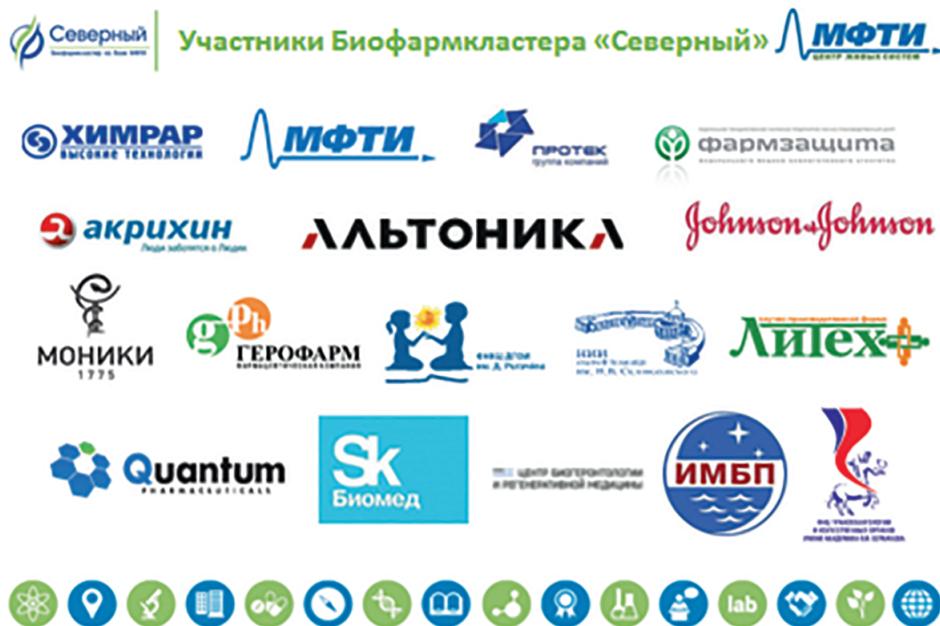


РИС. 2. Организации — члены Биофармкластера «Северный», декабрь 2014

законодательное регулирование профессиональной деятельности в сфере здравоохранения существенно ограничивает круг возможного использования высококвалифицированных кадров без медицинского и биологического образования. В рассматриваемом случае — МФТИ — физиков, математиков и информатиков.

Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации (Минздрав России) от 20 декабря 2012 г. № 1183н «Об утверждении номенклатуры должностей медицинских работников и фармацевтических работников» в пункте 1.3 определяются должности специалистов с высшим профессиональным (немедицинским образованием): медицинский физик и эксперт-физик по контролю за источниками ионизирующих и неионизирующих излучений. Однако таких должностей нет в составе клинико-диагностических лабораторий, куда в практике и относятся ОМИКсные и биоинформатические исследования, специалистов для которых нередко готовят именно технические вузы, как в случае с МФТИ.

В соответствии с Приказом МЗ и ПР РФ от 23 апреля 2009 г. № 210н «О номенклатуре специальностей специалистов с высшим и послевузовским медицинским и фармацевтическим образованием в сфере здравоохранения Российской Федерации» (зарегистрирован МЮ РФ 05.06.2009) специальность «клиническая и лабораторная диагностика» может быть получена только специалистами с высшим медицинским образованием.

Специальность, полученная в вузе:

- Лечебное дело
- Педиатрия
- Медико-профилактическое дело

- Стоматология
- Медицинская биохимия
- Медицинская биофизика
- Медицинская кибернетика

Статья 100 Федерального закона № 323 «Об охране здоровья граждан в Российской Федерации» говорит о том, что медицинскую деятельность в РФ могут осуществлять только лица с разным (младший, средний, высший) уровнем медицинского образования и сертификатом специалиста [2].

Это ограничение полностью исключало возможности для инновационного развития отечественной лабораторной службы, т. к. современные новые биотехнологии создаются преимущественно учеными с техническим или естественнонаучным образованием, а не только и не столько специалистами с медицинским. Более того, навыки по лабораторной работе в рамках реализации ОМИКсных или клеточных технологий не входят в учебный план врачей.

Для коррекции создавшейся ситуации Министерство здравоохранения РФ в 2013 г. выпустило разъяснительное письмо, из которого следовало, что дополнительно к сертифицированному медицинскому персоналу в номенклатуру должностей медицинских и фармацевтических работников (в соответствии с Приказом Минздрава России от 20 декабря 2012 г. № 1183н) включены должности с высшим профессиональным (немедицинским) образованием.

- Биология
- Биохимия
- Биофизика
- Генетика
- Микробиология

- Фармация

Дополнительно специалисты должны пройти курсы повышения квалификации в соответствии с выбранной профессиональной деятельностью. Это дает им право продолжать свою деятельность в качестве биолога.

Данное письмо действительно улучшило ситуацию в генно-клеточных лабораториях, но не в инновационных лабораториях, где наряду с биологией в значительной степени применяются математика и информатика.

Так как подготовка студентов ФБМФ МФТИ нацелена именно на развитие ими практических инноваций в сфере высоких медицинских технологий с активным применением математики, физики и информатики, то было необходимо обеспечить правовые возможности для работы в сфере здравоохранения. В данный момент в соответствии с Приказом Минздравсоцразвития России от 25 июля 2011 г. № 808н «О порядке получения квалификационных категорий медицинскими и фармацевтическими работниками» получение квалификационных категорий (что важно для карьерного роста) возможно только для биологов и врачей-лаборантов. Таким образом, физики, математики и специалисты по информационным технологиям, крайне необходимые для развития инновационного здравоохранения, не имеют возможности карьерного роста в системе здравоохранения [3].

Для преодоления формального препятствия на пути привлечения высококвалифицированных специалистов в лаборатории научно-клинических центров в 2014 г. на ФБМФ МФТИ было открыто магистерское образование по направлению 19.04.01 «Биотехнологии». Так как МФТИ имеет статус научно-исследовательского университета и обладает правом создавать собственные образовательные стандарты, то была разработана специальная программа, ориентированная на развитие инновационных медицинских технологий (включая биотехнологии, фармацевтические и разработку медицинской техники).

Первый набор на программу составил 10 человек. В связи со значительным конкурсом и высокой потребностью в специалистах нового типа было принято решение об увеличении набора до 17 человек на 2017 г. с дальнейшим увеличением до 25 человек — приблизительно половины всего набора в магистратуру ФБМФ.

В обучении студентов принимают участие базовые кафедры ФБМФ:

- Инновационной фармацевтики, медицинской техники и биотехнологий
- Биоинформатики и системной биологии
- Молекулярной и трансляционной медицины
- Молекулярной и клеточной биологии
- Физики живых систем
- Физико-химической биологии и биотехнологий

Все студенты, принимаемые по направлению «биотехнология», участвующие в НИР по развитию инновационных медицинских технологий, помимо стандартно высокого знания физики, математики и биохимии должны знать английский язык на достаточном уровне, который позволил бы им работать со всеми основными источниками новых знаний в направлении Life Science.

Создание данного магистерского направления должно облегчить устройство выпускников в научно-клинические учреждения с учетом лицензионного законодательства и сертификационных требований к специалистам в части определения профессиональной квалификации для работы в лабораториях указанных учреждений. Получение права работы в высокотехнологичных клиничко-диагностических лабораториях для выпускников немедицинских вузов — это принципиально важный вопрос для развития инновационной модели здравоохранения.

Следующей важной составляющей подготовки кадров для инновационного здравоохранения является подготовка врачей нового типа — врачей-исследователей. На фоне безусловной необходимости продолжать готовить врачей первичного звена, решающих проблемы обеспечения медицинской помощью населения России, для перехода на инновационную модель цифрового здравоохранения необходимо готовить врачебные кадры, которые в состоянии анализировать результаты и внедрять в практику достижения новых медицинских технологий, созданных немедицинскими специалистами в сфере инновационных медицинских технологий. Кроме того, врачи-исследователи должны быть в состоянии сами развивать медицинскую науку, ставить задачи исследовательским коллективам и обучать студентов медицинских вузов в соответствии с новой парадигмой развития цифрового здравоохранения.

Именно для подготовки врачей инновационного (цифрового) здравоохранения была запущена совместная программа ФБМФ МФТИ и лечебного факультета ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Программа реализуется в соответствии с Федеральным законом № 273 от 29 декабря 2012 г. «Об образовании в Российской Федерации» и письмом Министерства образования и науки Российской Федерации № АК-2563/05 от 28 августа 2015 г. «Методические рекомендации по организации образовательной деятельности с использованием сетевых форм реализации образовательных программ».

Программа состоит из трех последовательных ступеней.

1. Базовое образование ФБМФ МФТИ + базовые дисциплины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) и летние практики — 3 года.

2. Клинические дисциплины ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), выпускной курс бакалавриата и магистратура МФТИ — 4 года.
3. Ординатура по выбору — 2–3 года (не обязательно).
4. Аспирантура по выбору — 3–4 года.

С учетом длительности и насыщенности программы на нее отбираются только студенты, показавшие выдающиеся способности к обучению. Данная практика не может быть массовой. Программа создана для подготовки ограниченного количества врачей-исследователей для работы в ведущих научно-клинических центрах, в частности, в системе ФМБА России и системе клиник Управления делами Президента Российской Федерации, а также для преподавания врачам-исследователям нового поколения в программах, которые стартуют в ПМГМУ в период 2019–2020 гг.

Студенты, обучающиеся по программе двойных дипломов, в процессе обучения в МФТИ получают полноценное образование, включающее в себя, наряду с фундаментальным физико-математическим образованием, понимание физиологических и биохимических процессов в человеческом организме, и в процессе обучения в ПМГМУ — все клинические дисциплины, необходимые для подготовки врача по специальности «Лечебное дело».

В результате по окончании обучения по программе подготовки специалистов инновационного здравоохранения выпускники получают два диплома о высшем образовании: физика (МФТИ) и врача по специальности «Лечебное дело» (ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)). Таким образом, мы получаем специалиста, способного разрабатывать новые медицинские технологии и продукты и обладающего клиническим мышлением.

Примером успешности работы данной программы в сочетании с поддержкой молодых инновационных предпринимателей венчурным фондом БФКС и РБК является разработка нового медицинского изделия для поиска и контроля изменений мелких вен студентом программы В.Козловым в сотрудничестве с другими студентами ФБМФ. Прибор позволил существенно упростить проведение внутривенных инъекций в сложные для доступа вены и может быть использован в практике склеротерапии флебологами для контроля результатов.

В 2016 г. на ФБМФ создана новая группа из 15 человек, которые в случае успешного обучения также должны получить возможность учиться по программе двойных дипломов. Запланировано расширение программы с набором студентов в последующие годы. Клиническую практику в рамках сетевого образования студенты проходят в ведущих меди-

цинских учреждениях Москвы — клинических базах ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) и в клинической больнице № 1 Управления делами Президента Российской Федерации. В дальнейшем планируется расширение доступных для практики клинических баз в системе клиник Управления делами Президента Российской Федерации.

Следующим важным аспектом реализации программы подготовки инновационных специалистов на ФБМФ является подготовка педагогических кадров. Очевидно, что подготовку кадров для инновационного здравоохранения могут осуществлять специалисты, прошедшие соответствующую подготовку.

Для реализации этой цели также были подписаны соглашения и договоры о совместном обучении на основе принципов сетевого образования между МФТИ и ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет). Планируется усиление роли ученых (немедицинских профессий) в образовательном процессе при подготовке врачей.

Как показывают мировая практика и опыт МФТИ, преподавание практическими учеными, для которых научно-исследовательская деятельность является основным занятием, позволяет делиться со студентами новыми знаниями. Это решает сразу две задачи — позволяет знакомить студентов с инновационными продуктами, давая достаточное количество знаний и навыков, чтобы они могли максимально использовать инновации в практике, и побуждать их к дальнейшему развитию инновационных технологий.

Учитывая значительно возросший объем знаний, которые необходимо усваивать студенту-медику, который будет работать в сфере высокотехнологичной медицины, необходимо значительное увеличение как доли базовых (неклинических) дисциплин при подготовке современного врача, так и времени получения медицинского образования для будущих специалистов инновационного сектора здравоохранения.

Поэтому пилотный проект в виде двухдипломного образования, реализуемый совместно МФТИ и ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), в дальнейшем будет необходимо транслировать в другие учреждения высшего технического и медицинского образования соответствующего уровня подготовки студентов.

В пилотном проекте учитываются как требования по подготовке врача по специальности «Лечебное дело» 06.01.01 — Государственный образовательный стандарт, так и по программе подготовки по направлению «Прикладная математика и физика» 03.03.01 в бакалавриате и 19.04.01 «Биотехнология» — в магистратуре. Обучение с учетом сетевой формы взаимодействия позволяет перезачет предметов, таким образом, удлинение срока обучения

по программе составляет всего один год. Однако оптимальным было бы увеличение длительности программы до восьми лет (на два года) для более качественной подготовки специалистов и снижения пиковой нагрузки на студентов на четвертом году обучения. Для реализации и последующего масштабирования подобной программы необходимо внести изменения в законодательство, которые позволят получать второе высшее медицинское образование за счет бюджета. Кроме того, ввести новый профессиональный стандарт врача-исследователя и законодательно закрепить новый федеральный государственный стандарт подготовки.

Хотя основное внимание в подготовке специалистов для инновационного здравоохранения заключается именно в подготовке специалистов немедицинского профиля, роль которых будет возрастать с повышением технологизации медицины и ростом получаемых посредством молекулярно-генетической аналитики данных, необходимо также повышать квалификацию медицинского персонала, работающего в сфере оказания высокотехнологичной медицинской помощи и в развивающейся сфере персонализированной медицины.

С этой целью в соответствии с тезисами послания Президента России В.В. Путина создается система дополнительного профессионального образования в сфере так называемой цифровой медицины: «поликлиники оснащены новейшим оборудованием, а у медицинских работников элементарно не хватает квалификации, чтобы применить это оборудование. Начиная с будущего года на базе федеральных и региональных медицинских центров и вузов будет организована регулярная переподготовка врачей. При этом специалист с помощью образовательного сертификата сможет сам выбрать, где и как повысить свою квалификацию».

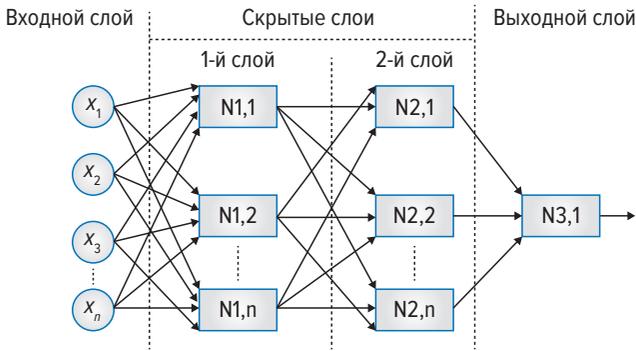
Переподготовка будет проводиться не только для повышения эффективности использования радиологических комплексов и молекулярной диагностики (ядерной медицины), но и для работы с данными ОМИКСных технологий и биоинформатики. Повышение квалификации медицинского персонала позволяет использовать для анализа и интерпретации данные, получаемые при помощи обработки молекулярно-генетических исследований. Также в 2017 г. в рамках поправок к Федеральному закону № 323 «Об охране здоровья граждан» было положено начало активному развитию информационных технологий в здравоохранении РФ, в т. ч. изменение системы документооборота в медицинских учреждениях с более широким использованием электронных носителей информации и соответствующей подготовкой среднего и младшего медицинского персонала. Переход к новой системе также был осуществлен в соответствии с тезисами послания Президента РФ: «Продолжим наращивать и уровень инфор-

матизации здравоохранения, чтобы сделать удобной и простой запись на прием, ведение документации. Нужно освободить врачей от рутины, от заполнения вороха отчетов и справок, дать им больше времени для непосредственной работы с пациентом».

В подготовку врачей внедряются инновационные технологии, основанные на самообучающихся нейросетях. Разработанное программное обеспечение позволяет врачу следовать алгоритму дифференциальной диагностики в реальном времени с наличием так называемых электронных подсказок. Наличие такой инновационной системы решает несколько задач:

- снижение количества диагностических ошибок, в том числе с учетом наличия редких заболеваний, с которыми врачи первичного звена редко сталкиваются и которые в этой связи нередко обнаруживаются со значительным опозданием;
- повышение таргетности назначения вспомогательных исследований — дополнительных клинико-лабораторных анализов, радиологических исследований и функциональных диагностических тестов;
- назначение наиболее эффективных препаратов в соответствии с актуальными протоколами и рекомендациями (стандартами);
- персонализированный подбор препаратов при наличии соответствующей информации из молекулярно-генетического профиля пациента;
- непрерывное повышение квалификации медицинского персонала;
- развитие медицинской науки за счет накопления данных, их систематизации и аналитической обработки.

Работа самообучающихся нейросетей основана на постоянном накоплении и интерпретации данных в режиме реального времени. Внесение не только данных, полученных при первичном осмотре, но эффектов на протяжении и в результате лечения, позволяет собирать данные на популяционном уровне, находить корреляции с индивидуальными особенностями конкретного пациента и персонализировать назначения. Самообучающиеся нейросети позволяют обрабатывать большие данные (big data) и на основе многопараметрового анализа корректировать назначения в зависимости от индивидуальных генетических и приобретенных метаболических особенностей пациента. Система может давать информацию врачу о последних рекомендациях в сходных ситуациях для конкретного пациента на основе его индивидуальных особенностей. По мере накопления информации по результатам лечения в разных генетических и метаболических группах пациентов рекомендации будут уточняться, медленно двигаясь от стандарта к персонализированному подходу.



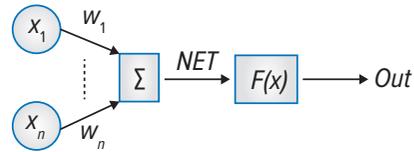
**РИС. 3.** Структурная схема нейронной сети (Парфенович Д. Нейронные сети от теории к практике)

Общая схема нейронной сети представлена на рис. 3 [4].

Входной слой — сбор информации, и ее загрузка в сеть. Выходы этого слоя передают сигналы на входы следующего слоя (скрытого или выходного).

Скрытые слои — слои обычных нейронов, где происходит вся обработка информации, поиск корреляций и оптимизация возможных решений.

Выходной слой — выдает рекомендации по дальнейшему ведению пациента — получение новой необходимой для верификации диагноза информации и назначения (в дальнейшем — коррекции) терапии.



**РИС. 4.** Принцип работы нейросети. (Парфенович Д. Нейронные сети от теории к практике)

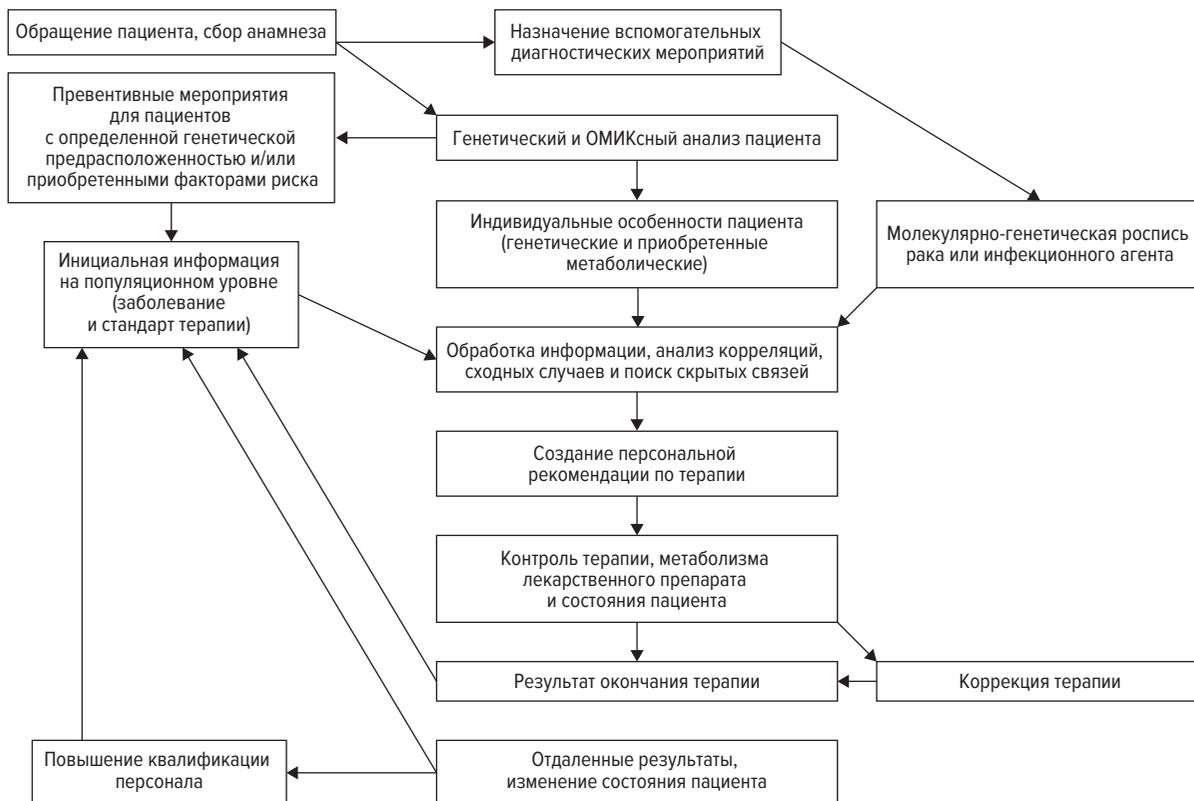
На данном этапе развития направления «Нейронет» уже созданы нейросети, имеющие до 200 слоев, позволяющие решать сложные задачи поиска нетривиальных связей и создавать системы помощи в принятии решения.

Принцип работы нейросети схематично изображен на рис. 4.

1. Входные сигналы  $x_n$ .
2. Весовые коэффициенты  $w_n$ .
3. Сумматор  $\Sigma$  и его выход  $NET$ .
4. Функция активации нейрона  $F(x)$ .
5. Выходной сигнал  $Out$ .

У нейронной сети много свойств, но самым главным является ее способность к обучению. Процесс обучения сети сводится к изменению весовых коэффициентов  $w_n$ .

$$NET = \sum_n x_n w_n$$



**СХЕМА 1.** Спиралевидное развитие в инновационной модели здравоохранения

$NET$  в данном случае и есть результат вычислений нейрона.

$$Out = F(NE\tau - \Theta).$$

В упрощенном варианте схема представляет собой спиралевидное движение, состоящее из витков накопления объема данных и генерации новых рекомендаций:

- наличие первоначальной молекулярно-генетической информации, алгоритм опроса и сбора данных;
- сбор анамнеза и назначение дополнительных методов обследования пациента, патологических очагов (опухоли), состава микробиоты и патогенных агентов;
- внесение в систему и обработка полученных данных, назначение терапии в соответствии с генетическим и ОМИКСным профилем;
- контроль терапии и состояния пациента, внесение данных в систему;
- коррекция терапии, оценка результата, накопление данных;
- создание новых рекомендаций на популяционном уровне по генетическим (метаболическим) группам пациентов, в том числе в рамках превентивных мероприятий;
- повышение квалификации персонала за счет внедрения в процесс обучения полученных новых знаний и данных.

Таким образом, создается открытая саморазвивающаяся система повышения качества медицинской помощи за счет инновационного подхода к образованию медицинского персонала и в результате — создания новых схем персонализированной терапии. Что в конечном итоге приведет к улучшению

качества жизни и увеличению продолжительности жизни населения.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Переход к новой системе здравоохранения требует не только подготовки кадров нового образца и новых организационных форм взаимодействия с участниками индустрии здравоохранения на разных уровнях. Также очевидно, что возникает потребность во введении новых немедицинских, технологических специальностей для работы в научно-клиническом секторе здравоохранения.

## ВЫВОДЫ

В результате проведенной работы, внедрения новых сетевых образовательных программ и развития трансляционной медицины в виде усиления взаимодействия индустриальных партнеров и научно-клинических центров удалось создать систему подготовки врачей-исследователей и высококвалифицированных медицинских биотехнологов для развития инновационного здравоохранения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. [http://www.rmj.ru/articles/aktualnaya\\_problema/Universitetskiy\\_klaster\\_Moskovskogo\\_fiziko-tehnicheskogo\\_instituta\\_GU/#ixzz4SAukLF6u](http://www.rmj.ru/articles/aktualnaya_problema/Universitetskiy_klaster_Moskovskogo_fiziko-tehnicheskogo_instituta_GU/#ixzz4SAukLF6u)
2. <https://www.ramld.ru/userfiles/file/RostovDon/rostovgilmanovSTol.pdf>
3. [www.fedlab.ru/minzdrav/biologam-i-vracham-laborantam](http://www.fedlab.ru/minzdrav/biologam-i-vracham-laborantam)
4. <https://www.mql5.com/ru/articles/497>