

ДОЛГОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И СТРАТЕГИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ БИОМЕДИЦИНСКОЙ ИНЖЕНЕРИИ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается методологическое обоснование вариативного компонента программы подготовки специалистов по направлению «биомедицинская инженерия». Рассмотренные положения находятся в соответствии с долгосрочными прогнозными показателями, принятыми Правительством Российской Федерации 3 января 2014 г. Предлагаемые направления нацелены на стратегическое проектирование и планирование подготовки специалистов в области «биомедицинская инженерия» и соответствуют положениям единой платформы прогнозных и плановых документов среднесрочного характера структуры ядра шестого экономического уклада.

Ключевые слова: биомедицинская инженерия; клеточные технологии; тканевая и органная инженерия; генетическая инженерия; аппаратно-программные комплексы; протеомные и геномные биомаркеры; шестой экономический уклад; профессиональный портрет специалиста; образовательные программы.

SUDOVTSOV V. E.,
TOKAREV R. A.

THE LONG-TERM PROJECTING AND STRATEGIC PLANNING FOR TRAINING OF SPECIALISTS IN THE AREA OF BIOMEDICAL ENGINEERING

ABSTRACT

The paper considers a methodologic basis for the variable-based part of a program for training of specialists in the “biomedical engineering” area. The concepts of the paper meet the long-term predictive criteria approved by the Government of the Russian Federation on the January 3, 2014.

The targets of the proposed specialities are strategic design and planning of training for the specialists in the area of biomedical engineering. They correspond to the provisions of the single platform of the middle-term nature of the prognostic and planning documents of the sixth techno-economic paradigm core.

Keywords: biomedical engineering; cell technologies; tissue and organ engineering; genetic engineering; hardware and software complexes; proteomic and genomic biomarkers; sixth techno-economic paradigm; a specialist profile; educational programs.

Одним из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники, определенных Указом Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899 и вошедших в перечень критических технологий, является «биомедицинская инженерия», которая, по мнению академика С.Ю. Глазьева, входит в структуру ядра 6-го экономического уклада в группу так называемых NBIC-технологий (нано-, био-, инфо- и когнитивные технологии) [7]. Реализация NBIC-технологий как самостоятельные направления, так и их конвергенции (сближение, взаимопроникновение) порождают новые направления роста экономики, расширяя возможности потребления и существенно повышая экономическую эффективность производства только в том случае, если в конкретной стране уровень науки, техники и технологии соответствует современному мировому уровню.

Рассматривая сценарный подход инновационного развития России член-корр. РАН Б.Н. Кузык, отмечает «... в целом по уровню развития высоких технологий страна откатилась, по самым скромным оценкам, на 10–15 лет назад, а по некоторым направлениям – даже на 20. Это надо понимать и помнить, прежде чем рассматривать стратегию инновационного развития», которая характери-

зуется как системно-технологический кризис. При этом, экономика России находится сегодня в основном в третьем, четвертом и на первых этапах пятого технологического уклада, в то время как передовые страны вступают в шестой [10]. Перед страной стоит архисложная задача – осуществить переход к шестому укладу, не до конца освоив не только предшествующий пятый, но и четвертый. Следует подчеркнуть, что основополагающие направления шестого уклада (нанотехнологии, биотехнологии, информационно-коммуникационные технологии и технологии новых материалов) начали активно расти уже в течение 15–20 лет. Оценка, взвешивание и анализ этой ситуации, стимулирует принятие стратегии развития конкретной страны до 2030 г., лучше – до 2050 г.

По инициативе Российской академии наук в России разработан долгосрочный прогноз, принятый Правительством Российской Федерации 3 января 2014 г. [11] который формирует единую платформу для разработки долгосрочных стратегий, целевых программ, а также прогнозных и плановых документов среднесрочного характера. В список этих программ внесена и биоинженерия – сравнительно молодая научная дисциплина, бази-

рующаяся на достижениях медицины, биологии и технологий, развитие которой обеспечит создание новых знаний и профессиональных навыков в следующих областях деятельности:

- 1) медицинская диагностика,
- 2) мониторинг медицинской сферы деятельности,
- 3) клиническая сфера деятельности (хирургия, терапия и др.).

Рассмотрим концептуальные положения о биотехнологии и биомедицины в рамках долгосрочного прогноза, принятого Правительством Российской Федерации 3 января 2014 г. До 2030 г. [11].

Директивный документ, опирающийся на прогнозы международных организаций – Всемирного банка, ОЭСР, Еврокомиссии и др. констатирует, что «... темпы роста рынков биотехнологической продукции будут неуклонно возрастать. Интенсивное развитие биотехнологий обусловлено не только успехами биохимии и молекулярной биологии, но и кризисом традиционных технологий (особенно на фоне новых трендов, прежде всего в области экологии и энергетики), необходимостью обеспечения продовольственной безопасности, сохранения ресурсного потенциала, увеличения продолжительности жизни населения, поддержания здорового генофонда нации» [11].

Ключевым фактором развития и биотехнологии, и медицины, и здравоохранения становится активный рост рынков новых биотехнологий вообще, медицинских биотехнологий, а также услуг высокотехнологичной и персонализированной медицины в частности, обеспечивающие в комплексе устойчивый спрос населения на новое качество жизни, включая возможности компенсации утраченных функций организма, органа или его части.

В ближайшей перспективе [11] наиболее высокие темпы роста ожидаются в сферах фармацевтики и диагностических систем, обеспечивая прогресс следующих технологических направлений:

- клеточные технологии,
- тканевая и органная инженерия,
- генетическая инженерия.

После 2020 г. усилится развитие рынков, связанных с системами:

- лабораторной и функциональной диагностики,
- имплантами,
- лекарственными средствами и системами

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 [11].

В системе диагностики основу будут создавать:

- высокочувствительные сенсоры физических и физиологических параметров человека;
 - реагенты;
 - 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.
- Аналогичная ситуация прогнозируется, а в отдельных направлениях уже используется, и в использовании новой хирургической техники:
- системы инвазивной визуализации, в т.ч. удаленного управления;
 - робототехника;
 - хирургические лазеры;
 - системы микроманипулирования (для высокоточных хирургических манипуляций).

А также в системах прижизненной неинвазивной визуализации:

- позитронно-эмиссионные томографы и контрасты для визуализации ультравысокого разрешения;
- магниторезонансные томографы ультравысокого разрешения;
- системы визуализации на основе биофизических характеристик сред организма (эффекта Доплера и т.п.).

Согласно прогнозным данным [11] перспективным направлением становится новые разделы «Биоэлектродинамики и лучевой медицина»:

- 1) Контактные устройства для взаимодействия клеток с искусственными системами, для замещения функций поврежденных органов.
- 2) Интегрированные электронные управляющие устройства для восстановления поврежденных

функций и мониторинга текущего состояния организма, в т.ч. в удаленном режиме.

3) Системы визуализации внутренней структуры со сверхвысоким разрешением.

4) Высокочувствительные сенсоры физических и физиологических параметров человека.

Ожидаемые результаты их разработки и внедрения в медицинскую инженерию следующие:

1) методы и аппаратно-программные комплексы для диагностики и лечения, основанные на технологиях направленного действия электромагнитных полей, высокоэнергизированных излучений, электродинамическое моделирование клеток и тканей;

2) новые интерфейсы для регистрации и коррекции состояния организма;

3) лабораторные протоколы применения электродинамических методов и методов лучевой терапии.

Реализация представленных технологических направлений, их производство и профессиональное применение требует качественно иного уровня специалистов, которых в настоящее время готовят вузы на основе в некотором случае устаревших учебных программ и планов.

В связи с тем, что действующий ФГОС-3-го поколения не дает четких характеристик подготовки специалистов по конкретному специализированному направлению, как равно и не сформирован профессиональный портрет (модель) специалиста конкретной области, возникла необходимость детально рассмотреть эти вопросы.

В самом широком смысле, подготовка специалиста в области «биомедицинская инженерия», по мнению Джозефа Бронзино [15], включает в себя обучение по существу трем типам профессий:

- клинический инженер в области здравоохранения;
- биомедицинский инженер-конструктор для промышленности;
- исследователь-ученый.

Первый тип биомедицинского инженера, по сути, инженер, работающий в клинике по обслуживанию технических устройств, поддерживая традиционные отношения с учеными и клиницистами, обозначает проблемы, возникающие в процессе применения специальных знаний инженера в клинических целях.

Второй тип, более редкий, можно назвать «технологическим предпринимателем» (скорее всего, биомедицинским инженером-конструктором

в промышленности). Его цель -рассматривать те области биологии или медицины, в которых применение передовых биоинженерных технологий принесут существенную пользу. Таким образом, их роль сводится в проектировании и их концептуальному решению в форме аппаратного или программного обеспечения. Следовательно, в процессе подготовки этих специалистов особое значение должно быть уделено в равной степени фундаментально значимым и инженерным, и медицинским знаниям. Это синергетика профессиональных компетенций по обеспечению специфики и новаторских тенденций работы и конкретных медицинских специалистов, и специализации медицинских учреждений в целом с учетом их конкретного опыта работы.

Третий тип биомедицинского инженера – «инженер-ученый» в первую очередь нацелен на применение инженерных концепций и методов исследования при изучении биомедицинских процессов. Основополагающим инструментом деятельности этого типа биомедицинского инженера является построение соответствующей физической или математической модели конкретной биологической системы при изучении нормы, патологии и воздействии лекарственных препаратов и(или) физиотерапевтических процедур. Процесс моделирования облегчает оптимальную разработку соответствующих экспериментов, которые применимы как к фактической биологической системе, так и при использовании для корректировки или изменения модели на основании данных, полученных в реально проведенном эксперименте. Деятельность инженера-ученого неизбежно повлечет разработки новой инструментальной технологии и методов измерения, необходимых для выполнения биологического фрагмента экспериментальной работы и их внедрения в клиническую практику. Таким образом, биомедицинский инженер является партнером ученого-биолога, как неотъемлемая часть исследовательской команды, формируемой в институтах в процессе проектирования и разработки методов и экспериментов медико-биологического познания организма человека [10].

Ролевая функция конкретного типа биомедицинского инженера требует особого отношения к их практическому выполнению, что влечет конкретизацию имеющихся знаний и формирование новых профессиональных знаний, умений и навыков, как в области биомедицины, так и современных инженерных технологий.

Таким образом, фундаментальная подготовка специалистов для развития биомедицинской инженерии требует постоянной коррекции. В сложившейся ситуации целесообразно рассмотреть в рамках ФГОС возможность функционирования вариативных форм образовательных программ, обеспечивающих подготовку специалистов в соответствии с положениями долгосрочного прогноза, принятого Правительством Российской Федерации 3 января 2014 г. До 2030 г. [11].

Потенциальная значимость биомедицинских инженеров состоит в оптимизации системы обеспечения медицинской помощи [10]:

- новый инструментарий, приборы и системы диагностического и медицинского назначения;
- систем информационного обеспечения диагностики и лечения;
- технико-технологическое обеспечение сложного медико-биологического оборудования систем (рекомендации по выбору, обслуживанию, включая плановый контроль и поверки);
- консультирование и обучение медицинского персонала.

В России подготовка специалистов по направлению подготовки «Биомедицинская инженерия» в основном сосредоточена на следующих специализациях:

- создание приборов и установок;
- системы, комплексы и основные медицинские технологии;
- разработка методов биотехнологических и биоинженерных исследований;
- разработка методов лечебных воздействий;
- информационных биотехнологиях в практическом здравоохранении и различных областях биомедицинских исследований.

Диапазон специализации по направлению биомедицинской инженерии за рубежом шире (в частности в США) и включает в себя следующие области знаний [14]:

- биомеханика;
- протезы и искусственные органы;
- медицинская визуализация;
- биоматериалы;
- биотехнология;
- тканевая инженерия;
- нейронная инженерия;
- биомедицинские приборы и инструменты;
- бионанотехнология;

- физиологическое моделирование;
- реабилитационная инженерия;
- медицинская и биоинформатика;
- клиническая инженерия;
- биосенсорика;
- медико-биологические исследования.

Российский образовательный стандарт по направлению «биомедицинская инженерия» предусматривает подготовку специалистов преимущественно на создание:

- приборов, систем и их комплексов;
- основные медицинские технологии;
- методы исследований и лечебных воздействий;
- обработки информации в практическом здравоохранении и различных областях биомедицинских исследований.

Из поля деятельности российского биомедицинского инженера выпадают такие перспективные направления как бионанотехнология, нейронная инженерия и др.

За рубежом понятие термина «биомедицинская инженерия» шире и включает в себя вариативное обучение по трем типам профессий:

- клинический инженер в области здравоохранения,
- биомедицинский инженер-конструктор для промышленности
- исследователь-ученый.

В России такой трактовки нет, и обучение подразумевает универсальность. Российский выпускник любой специальности по этому направлению может выполнять следующие виды профессиональной деятельности: экспериментально-исследовательская, организационно-управленческая, производственно-технологическая, а также ремонт и обслуживание.

Как вариант, следует рассмотреть вопрос о разработке в рамках ФГОС-3-го поколения вариативной составляющей программного обеспечения (специализации) подготовки специалиста, с формулировкой конкретной специализации в дипломе магистра.

Проблема универсальности подготовки специалиста по направлению подготовки «Биомедицинская инженерия», как равно и любого другого, обедняет идею диверсификации, суть которой состоит в дифференцированном подходе к проектированию специалистов, необходимых для инновационного развития страны. Именно принцип диверсификации образовательных марш-

рутов на уровне бакалавриат-магистратура, принятый 20 лет назад, обеспечил фундаментальную реструктуризацию процесса освоения базовых основ специальности в бакалавриате и специфических профессиональных знаний в магистратуре. Этот вывод подкреплен и данными, приведенных в таблице 1 (анализ соответствующих данных из ФГОС ВПО по направлениям биология, биотехнология и биомедицинская инженерия).

Специфические профессиональные знания, получаемые студентом в магистратуре, формирует в основном вуз, которому ФГОС предоставляет право проектировать адресную подготовку специалиста необходимого для выполнения задач конкретной отрасли, обеспечивающей инновационный характер развития страны. Проектирования такого специалиста, как правило, осуществляется в творческом сотрудничестве вуза с представителями заказчиков (научные учреждения, бизнес-структуры, экономисты и др.). В процессе этого сотрудничества формируются (в отличие от бакалавриата и в определенной степени в специалитете) принципиально новые программы обучения и соответствующие им учебные планы на основе междисциплинарных наук, направленных на решение приоритетных задач науки, профессионального образования и практики производства товаров и услуг, необходимых для инновационного развития страны. Эта, как правило, целевая индивидуальная подготовка специалиста (ЦИПС), являющаяся основным звеном, обеспечивающим продуктивную преемственность образовательных программ высшего (бакалавриат + магистратура) и послевузовского (аспирантура) профессионального образования. ЦИПС, существенно расширяет диапазон предлагаемых вузом и принятых соответствующей отраслью промышленности специализаций, достоинство которой состоит в:

- предоставлении отдельной личности свободы в выборе тех образовательных траекторий в соответствии с его способностями,

запросами и возможностями;

- учете потребностей заказчиков профессиональных кадров в подготовке мобильных, ориентированных на рыночные отношения специалистов;
- развитии демократических свобод в деятельности профессиональных образовательных учреждений, выстраивающих свои специфические оригинальные образовательные программы.

Следовательно, априори российский специалист, в любой области, включая и биомедицинскую инженерию, будет неконкурентоспособным по сравнению с западными специалистами из-за универсальности обучения и выпадением из его поля деятельности перспективных направлений науки, техники и технологии.

Стратегию проектирования подготовки кадров крайне необходимо ввести в методологию структуры программного обеспечения учебного процесса магистратуры. Именно эта методология, стимулирующая введение специализированных учебных предметов должна способствовать принципиально иному качественному их наполнению, обеспечивая высокий уровень профессиональных компетенций и компетентности личности в целом.

Развитие биомедицинской инженерии требует включения в подготовку специалистов современных представлений фундаментальных разделов базовых знаний и тех комплементарных дисциплин, которые формируют профессиональные компетенции общую специализацию биомедицинского инженера. В рамках данной работы мы коснёмся только важнейших базовых теоретических знаний, необходимых для формирования современного специалиста в области биомедицинской инженерии.

Без четко спроектированного портрета конкретного специалиста, необходимого для реализации задач заказчика невозможно выделить комплекс необходимых теоретических знаний и

Таблица. 1.

Соотношение объема основных программ обучения в зависимости от уровня образования

Уровни образования		Объемы основных программ (%)	
		образовательная	научно-исследовательская
1	специалитет	90-93	3-10
2	бакалавриат	93	7
3	магистратура	55	45
4	аспирантура	14	86

практических умений и навыков работы. Именно поэтому в рамках программных правительственных документов (Национальная доктрина образования) основное внимание уделяется интеграции науки, образования и производства как основы инновационного развития страны. Таким образом, в рамках социального партнерства в проектировании специалистов должны принимать участие не только работники вузов, но и научные сотрудники профильных НИИ и инженерно-технический персонал производств.

Основу моделирования подготовки специалистов составляет математический аппарат, позволяющий количественно описать конкретные явления, события и факты, отражающие специфику специализации конкретного специалиста. По мнению Солодовой Е.А. [12], именно с помощью специфических приемов и методов математического аппарата, фундаментальные знания приобретают особую значимость в понимании и специфике их использования в процессе решения практических задач различной сложности.

Знания физических законов – основа естествонаучных, и особенно технических наук. Вселенная, в которой мы существуем, функционирует именно по данным законам и незнание этих законов может привести к плачевным последствиям. Физика одна из самых обширных наук, количество разнообразных разделов в ней очень велико. Как и в случае с математическим аппаратом, в силу того, что специалист в области биомедицинской инженерии не может предугадать с каким объектом или явлением ему предстоит работать и какая «физика» будет обуславливать суть конструируемого объекта или изучаемых явлений, биомедицинский инженер должен знать фундаментальные основы этих конкретных разделов. Стоит очертить основополагающие разделы физики, которые специалист в области биомедицинской инженерии должен знать и владеть на фундаментально значимом уровне в бакалавриате (гидроаэродинамика, термодинамика открытых систем, молекулярная теория капилляров, теория тонких пленок). Значимость знаний их обусловлено тем, что базовой основой многих физиологических процессов живых организмов являются физические и/или физико-химические закономерности.

Для разработки и производства биоматериалов и имплантантов биомедицинскому инженеру необходимы знания в области химии – знание химического состава, структуры и свойств веществ и химических процессов и преобразований, которые

они проходят. Это включает в себя использование химических веществ и их взаимодействий, поражающие факторы, методы производства и методы удаления.

Для успешной деятельности специалисту в области биомедицинской инженерии необходимы знания основ биомедицинских наук:

- молекулярная и клеточная биология;
- физиология;
- основы медицины и стоматологии (знание информации и методов, необходимых для диагностики и лечения травм и болезней человека).

Особо стоит отметить знание молекулярной и клеточной биологии. Новой областью исследований в области биомедицинской инженерии являются микротехнологии. Основные фундаментальные жизненные процессы происходят на клеточном уровне. Понимание функции клеток и их поведения имеет основополагающее значение для разработки новых методов их лечения. Возможность инженерных систем на клеточном масштабе позволяет создавать новые инструменты, приборы и методы количественного изучения клеточной биологии.

В практике биомедицинской инженерии широко используются многочисленные электронно-вычислительные машины (компьютеры и суперкомпьютеры), позволяющие решать и оценивать биомедицинские данные в процессе решения сложных и разнообразных задач биомедицинской инженерии. В связи со сложностью и разнообразием задач биомедицинской инженерии в настоящее время не существует единого программного обеспечения для обработки биомедицинских данных. Кроме физического, химического и математического аппаратов биомедицинскому инженеру необходимо знать языки программирования. В настоящее время наибольшее распространение получает язык Java, надежность и многообразие языковых средств которого позволяет осуществлять перенос приложений на другие платформы без особых проблем. Специалисты всего мира ценят его за надежность, многообразие языковых средств, бесперебойный перенос приложений на другие платформы. Специалист в области биомедицинской инженерии должен знать его на том уровне, который позволит решать возникающие перед ним задачи.

Профессиональные компетенции и компетентность специалиста определяется уровнем знаний иностранных языков, необходимых для продуктивного знакомства (освоения профильных зна-

ний мирового уровня) с мировой литературой по профилю, а также общению со специалистами на профессиональном уровне. Знание иностранного языка необходимо также для профессионального знакомства с технической литературой, патентами и инструкциями. Особую значимость приобретает качественные знания иностранного языка при написании статей, монографий, а также при личном общении в процессе обмена мнениями на конференциях, съездах и т.п.

Специалист в области биомедицинской инженерии, как равно и в любой другой области, должен знать исторические корни фундаментальных положений истории и философии науки вообще и изучаемой дисциплины в частности. Историко-философское понимание взаимосвязи исторического развития науки вообще и конкретной дисциплины в частности формирует эвристический подход к решению различных задач, который базируется на основе сравнительного анализа и синтеза.

Современная наука, техника и технологии развиваются по законам постнеклассического этапа ее развития, основу которого составляет синергетика. Синергетический подход лег в основу двухуровневой системы подготовки кадров (бакалавриат и магистратура), как основы компетентностной подготовки специалистов. Развитие науки, техники и технологий стимулирует, по мнению Н. Д. Кондратьева, периодизацию технологических укладов, развитие которых потенцирует становление новых направлений развития науки, техники и технологий и, соответственно, появлению качественно иных специалистов [9]. Такая идеологическая парадигма требует кардинального изменения программы подготовки специалистов на основе междисциплинарных научных связей. В зависимости от выбранной специализации формируется соответствующий набор дисциплин, необходимых для ее освоения.

Объектами профессиональной деятельности выпускника в зависимости от содержания образовательной программы подготовки (магистерской специализации) являются:

- приборы, системы, комплексы, основные медицинские технологии,
- математические модели процессов и объектов медицинской техники,
- алгоритмы решения типовых задач, относящихся к профессиональной сфере
- методы исследований, лечебных воздействий, обработки информации в практическом здравоохранении и различных обла-

стях биомедицинских исследований.

Основные профессиональные компетенции специалиста в области биомедицинской инженерии представлены в ГОС ВПО [5, 6]. При анализе выявлено, упущено формирование единого понятийного аппарата тех компетенций, которые связаны с медицинскими особенностями. Это может привести к непониманию между врачами и специалистами биомедицинской инженерии. Для формирование единого понятийного аппарата перечень профессиональных компетенций целесообразно внести следующие:

- знание основных медицинских понятий в различных областях биомедицинских исследований,
- способность провести структуризацию медицинских данных на основе опыта и знаний врачей [2].

По мнению исследователей Национального научного фонда США [14] инженеры к 2020 году будут решать проблемы, которые сегодня уходят корнями в биологию и химию на микроуровне. Интересы национальной безопасности будут требовать от инженеров всех видов глубоких знаний в области химического и биологического оружия. Ю. Альтман [1] представил глобальный обзор возможных военных применений нанотехнологий для создания оружия (и вообще любых, имеющих военное значение систем, созданных с использованием нанотехнологий) и приведен список стран, ведущих разработки в этой области.

Целесообразно в перечень профессиональных компетенций специалиста биомедицинской инженерии внести следующие понятия:

- способность оценивать опасности и угрозы современных технологий,
- способность проектировать средства индикации и защиты от современных технологий военного назначения.

Помимо профильных дисциплин медико-биологического и инженерного профилей целесообразно в учебный план подготовки магистров техники и технологий включить дисциплины модуля «Биомедицинские информационные технологии», представленные как:

1. Биокомпьютинг. Формирование комплекса знаний, умений и навыков применения методов геномики и протеомики, интеллектуального анализа данных и создания биологических баз данных
2. Молекулярная визуализация в биологии и фармакологии. Формирование комплекса знаний,

умений и навыков о развитии молекулярных зондов для визуализации и их применения, молекулярной визуализации с использованием антител

3. Молекулярная визуализация системных заболеваний. Формирование комплекса знаний, умений и навыков об экспрессии гена, визуализации аномальных (например, раковых клеток) и их окружения.

4. Медицина будущего. Формирование комплекса знаний, умений и навыков применения новейших технологий типа «умный дом» и «умная больница».

По мнению отечественных и зарубежных авторов, важнейшей организационной формой науки, пронизывающая все исследовательские области и научные дисциплины, является «проектная форма». В учебном плане подготовки магистров техники и технологий Пущинского государственного естественно-научного института ПущГЕНИ (учебный центр биомедицинской инженерии на базе Института биологического приборостроения РАН) присутствует дисциплина «Управление инновационными проектами» со следующими темами:

Тема 1. Понятие инновации и инновационного процесса

Тема 2. Актуальность активизации инновационной деятельности в России.

Тема 3. Инновационная стратегия.

Тема 4. Жизненный цикл продукта (ЖЦП).

Тема 5. Исследования и разработки (R&D).

Тема 6. Инновационные проекты.

Тема 7. Управление инновационными проектами.

Тема 8. Особенности выполнения инновационных программ в сфере информатизации.

Тема 9. Оценка эффективности инновационных проектов.

Тема 10. Инвестиции в инновационный бизнес.

Тема 11. Специфика бизнес-плана при разработке и продвижении нового продукта (услуги).

Тема 12. Анализ спроса на научно-техническую продукцию.

Тема 13. Экспертиза инновационных проектов.

Тема 14. Интеллектуальная собственность в инновационном процессе.

Тема 15. Инновационный менеджмент как система принципов, методов, средств и форм управления инновационной деятельностью.

Тема 16. Зарубежный опыт регулирования инновационной деятельности.

Из всех тем только 5 относятся непосредственно к управлению инновационными проек-

тами, остальные темы связаны с инновациями. Стандарты и методы управления проектами [4, 12] фактически не представлены. Таким образом, выпускник программы фактически не будет иметь компетенций по управлению проектами. Для формирования компетенций в области управления инновационными проектами целесообразно в список тем дисциплины включить следующие темы [7]:

1. Управление содержанием проекта.

2. Управление сроками проекта.

3. Управление стоимостью проекта.

4. Управление качеством проекта.

5. Управление персоналом проекта.

6. Управление коммуникациями проекта.

7. Управление рисками проекта.

8. Управление поставками проекта.

9. Управление интеграцией проекта.

В структуре Госстандарта отсутствует цельное представление о формировании одной из важнейших компетенций научного сотрудника – методологии научно-исследовательской деятельности, отдельные фрагменты которого разбросаны по другим разделам учебного плана.

Согласно основополагающим положениям Госстандарта, каждый вуз обязан, применительно к специфике подготовки кадров, руководствоваться федеральными, региональными и вузовскими требованиями. Тем не менее, при разработке региональных и вузовских требований необходимо, учитывая потребности региона, делать акцент на формирование профессиональных компетенций и компетентность подготавливаемых специалистов с учетом тех специализаций, которые необходимы для развития конкретного региона на основе современного развития науки, техники и технологии.

Конечная роль биомедицинского инженера, как равно и медперсонала (сестры и врачи) – это служба обществу. Большой потенциал решения проблем и перспективы в этом направлении предлагают не только существенные технологические преимущества, но и социальные преимущества.

Успешная реализация прогнозных направлений технологического развития России в целом и конкретных базовых направлений ядра шестого технологического уклада зависит не только от выполнения федеральных целевых программ, но и от национальной программы, которая имеет качественно другой уровень по объему, характеру, горизонту, уровню, эффективности, чем принципиально отличается от федеральных целевых программ (рис. 1.) [10].

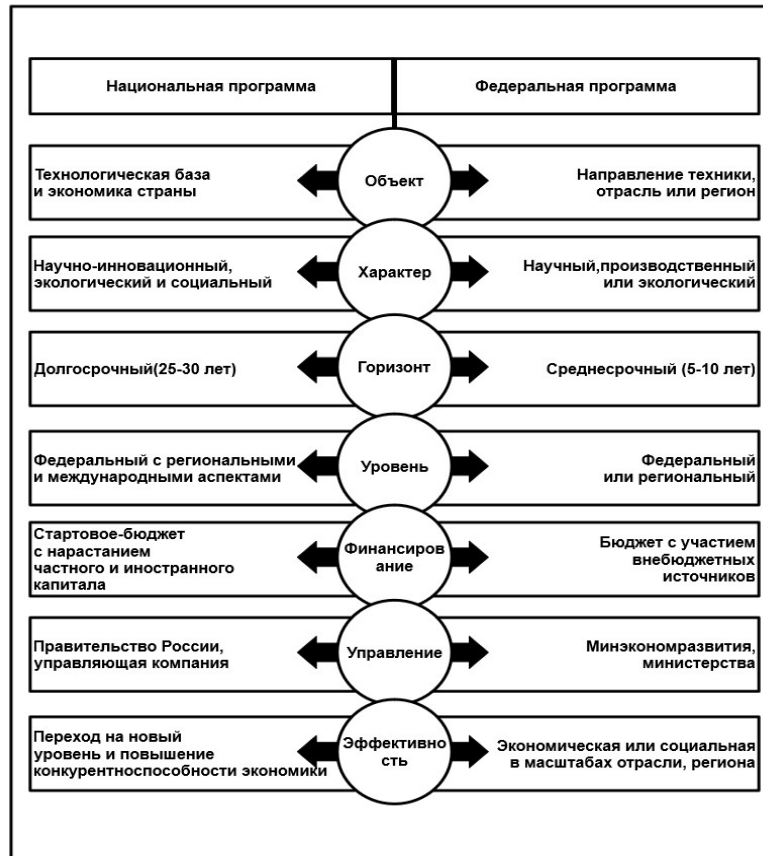


Рисунок 1 – Взаимосвязь национальной программы и федеральной программы по Б. Н. Кузык

Как следует из представленной схемы, по мнению Кузык Б. Н., объектом национальной программы (в отличие от федеральной программы) является технологическая база экономики страны в целом, а не отдельной отрасли или региона, что означает переход экономики на качественно новый уровень, повышение конкурентоспособности всей экономики а не отдельного направления техники или технологии [10].

Следует подчеркнуть, что в России не принято ни одной национальной программы.

Принципиальное значение имеет то обстоятельство, что национальные программы должны формироваться при непосредственном участии российских ученых, как это имеет место во всем мире, где ученые обеспечивают и разработку, и научное сопровождение реализации программ. В этом случае, структура управления каждой будущей и национальной программы [10], и будущего национального проекта должна иметь конкретное стратегическое единство участников любого реализуемого проекта (рис. 2).

В решении национальных программ сходное предложение высказывает академик Е. Н. Каблов [8]: создать при президенте Российской Федерации

управления по науке и технологиям, осуществляющей руководство научно-технической политикой, чтобы обеспечить вхождение России в шестой технологический уклад.

Для этого следует:

- наделить управление соответствующими полномочиями по формированию основных принципов научно-технической политики Российской Федерации;
- разработке единой программы фундаментальных и фундаментально ориентированных прикладных НИР и НИОКР, направленных на решение задач модернизации российской экономики, увязанных с подготовкой кадров;
- координации и контролю за исполнением программы и распределению финансовых ресурсов на основе оценки исследований и научной работы организаций.

Управление также должно выдавать рекомендации по приобретению уникальных технологий и оборудования за рубежом.

В рамках управления по науке и технологиям целесообразно также создать рабочую группу для подготовки предложений по правовому регулиро-



Рисунок 2 – Интегративные (комплексные) связи научно-технической политики (заказчик-научное руководство-исполнительные структуры) по Б. Н. Кузык

ванию государственного сектора науки, законодательному определению его состава, структуры, форм и механизмов государственной поддержки, созданию государственного реестра научных организаций.

Список литературы

1. Альтман Ю. Военные нанотехнологии. Возможности применения и превентивного контроля вооружений. Изд. 2-е, дополненное и исправленное. – М.: Техносфера, 2008
2. Гельфанд И. М., Розенфельд Б. И., Шифрин М. А. Очерки о совместной работе математиков и врачей / Отв. ред. С. Г. Гиндикин. Изд. 3-е, стереотипное. – М.: Едиториал УРСС, 2011.
3. Глазьев С. Ю., Дементьев В. Е., Елкин С. В., Крянев А. В., Ростовский Н. С., Фирстов Ю. П., Харитонов В. В. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике / под редакцией академика РАН С. Ю. Глазьева и профессора В. В. Харитонова. – М.: «Тривант», 2009. – 304 с.
4. Глазьев С. Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития. – М.: ВладДар, 1993.
5. Гонтарева И. В., Нижегородцев Р. М., Новиков Д. А. Управление проектами: Учебное пособие. – М.: Книжный дом «Либроком», 2013
6. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление 553400 Биомедицинская инженерия

(бакалавриат), 2000.

7. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление 553400 Биомедицинская инженерия (магистратура), 2000

8. *Каблов Е.* Курсом в 6-й технологический уклад. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2010/kursom-v-6-oi-tekhnologicheskii-uklad>

9. *Кондратьев Н. Д.* Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. – М.: Экономика, 2002.

10. *Кузык Б. Н.* Инновационное развитие России: сценарный подход. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70484380/>

11. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв.

Правительством РФ 3 января 2014 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70484380/>

12. *Солодова Е. А.* Новые модели в системе образования: Синергетический подход. – М.: Книжный дом «Либроком», 2012

13. Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации»

14. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide) – fifth edition– ISBN: 978-1-935589-67-9.

15. *Bronzino J. D.* The biomedical engineering. Handbook. Second edition – 2000

16. The engineer of 2020 visions of engineering in the new century– 2004– ISBN:0-309-09162-4