

---

Геннадий П. Котельников<sup>1</sup>,  
Александр В. Колсанов<sup>2</sup>,  
Елена В. Авдеева<sup>3</sup>

Самарский государственный медицинский университет  
Российская Федерация, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, д. 89.  
<http://www.samsmu.ru/>

## Развитие информационных технологий в медицине на университетской базе: опыт Самарского государственного медицинского университета

**Аннотация.** В статье рассматривается трансформация роли и места университетов в современных условиях развития экономики и запросов общества на примере традиционного медицинского вуза — Самарского государственного медицинского университета. Обсуждаются результаты работы вуза в инновационно-технологической сфере и их интегрированность в основные виды деятельности университета (образовательную, научно-исследовательскую), а также выполнения «третьей» миссии университета для развития экономики, инновационной экосистемы региона и человеческого капитала.

**Ключевые слова:** общество знаний; медицинский вуз; миссии университета; трансформация роли и места университета; инновации; информационные технологии в медицине; цифровая экономика; развитие региона; рынки будущего; человеческий капитал.

**JEL коды:** O31, I23, I19

### Введение

В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации определен ряд приоритетов, так или иначе связанных с развитием российского здравоохранения: трансформация науки и технологий в ключевой

---

<sup>1</sup> Геннадий Петрович Котельников, академик РАН, ректор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. E-mail: 308samgmu@mail.ru.

<sup>2</sup> Александр Владимирович Колсанов, доктор медицинских наук, профессор РАН, директор Института инновационного развития Самарского государственного медицинского университета. E-mail: avkolsanov@mail.ru.

<sup>3</sup> Елена Владимировна Авдеева, доктор фармацевтических наук, профессор, заместитель директора Института инновационного развития Самарского государственного медицинского университета. E-mail: avdееva.ev@gmail.com.

фактор развития России и обеспечение способности страны эффективно отвечать на большие вызовы и внешние угрозы; переход к передовым инновационным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта; переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям сбережения здоровья<sup>1</sup>. Значимым достижением пятого технологического уклада являются развитие информационно-вычислительных технологий и их интеграция во все сферы жизни. Приближение этих технологий к сфере познания, появление суперкомпьютерных технологий дают возможность ученым на стыке вычислительной и медицинской науки говорить о «сверхчеловеческих» технологиях познания, обучения, синтеза.

Ориентиром в столь глобальных преобразованиях, требующих как принципиально нового уровня осмысления, так и формирования новых укладов экономики (в частности, сферы здравоохранения), научно-технологического развития и процесса управления всеми сторонами процесса, является Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 гг., утвержденная указом президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203. В целях ее реализации в принятой программе «Цифровая экономика Российской Федерации»<sup>2</sup> акцент сделан *«на создание условий для развития общества знаний в Российской Федерации, повышение благосостояния и качества жизни граждан нашей страны путем повышения доступности и качества товаров и услуг, произведенных в цифровой экономике с использованием современных цифровых технологий, повышения степени информированности и цифровой грамотности, улучшения доступности и качества государственных услуг для граждан, а также безопасности как внутри страны, так и за ее пределами»*.

Отсюда вытекает и переосмысление роли медицинских университетов как неотъемлемой и важнейшей социально-экономической составляющей процесса формирования цифровой экономики в сфере здравоохранения, начиная с обеспечения уровня подготовки медицинских кадров на глобально конкурентоспособном уровне для получения на выходе врача с подлинно университетским образованием (разносторонним, в том числе общегуманитарным, экономическим, правовым, в сфере ИТ-технологий и других смежных отраслях знаний естественно-научного блока). Такой переход системы здравоохранения и соответственно образовательного процесса по подготовке медицинских кадров требует гармоничного сочетания традиционных форм подготовки врача и принципиально но-

<sup>1</sup> Указ президента Российской Федерации В. В. Путина от 01.12.2016 № 642.

<sup>2</sup> Распоряжение правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р.

вого взгляда на организацию учебного процесса: проектно-ориентированное и непрерывное образование, возрастание роли гуманитарного обеспечения научно-инновационного процесса и формирование современной системы управления всем процессом. Данная задача невыполнима без внедрения новых образовательных технологий и обмена лучшими педагогическими практиками с использованием современных, в частности, ИТ-возможностей и вариантов организации учебного процесса. В комплексе данные технологии дают эффективные средства для достижения базовой миссии университетов (подготовка ученых и специалистов) и формируют человеческий капитал.

Теснейшим образом данное направление связано с генерацией новых знаний и технологий, вплоть до формирования новых направлений в медицинской науке и технике, как правило, в междисциплинарных сферах (например, цифровая медицина), и в итоге — с выходом на новую парадигму знаний в «обществе знаний». Кроме того, наиболее сильные / компетентные медицинские университеты становятся центрами притяжения на «стыке науки и практики» вузов и предприятий реального сектора экономики региона, а также встраиваются в инорегиональные (международные) цепочки научно-технологической кооперации — обмена компетенциями (экспертного уровня) — капитализации своих компетенций (образовательных, научно-инновационных, технологических) — развития наукоемких бизнесов — формирования новых отраслей экономики. При этом такие вузы «инновационного типа» переходят от выполнения отдельных проектов НИОКР к формированию целых направлений в индустриальном секторе экономики (прежде всего — медицинской и фармацевтической промышленности) и даже берут на себя роль координаторов инновационных и промышленных кластеров. Эти нацеленные на развитие университеты и, в частности, имеющие особую социальную значимость медицинские университеты на современном этапе становятся центрами инновационного развития территорий базирования [Котельников, Колсанов, 2016].

*Самарский государственный медицинский университет* (СамГМУ) на сегодняшний день обладает ключевыми компетенциями и инфраструктурой для успешной подготовки конкурентоспособных высококвалифицированных медицинских кадров на основе интеграции и взаимосвязи вуза со сферой практического здравоохранения, в том числе в области информационных технологий в медицине, и проведения прорывных исследований по самым актуальным направлениям развития медицинской науки. Многие направления научно-инновационной и образовательной деятельности осуществляются в кооперации как с ведущими научно-образовательными и клиническими центрами страны и зарубежья, так и предприятиями медицинской и фармацевтической промышленности [Котельников, Колсанов, Волова и др., 2017; Пятин и др., 2017].

Одним из направлений инновационного развития СамГМУ является проводимая в настоящее время работа по созданию на основе уже имеющихся наработок по прикладной нейрофизиологии и нейрокомпьютерным интерфейсам Поволжского НейроНет-центра. В число задач этого центра помимо научно-исследовательской деятельности по профилю входит организация координационно-методического центра, обеспечивающего «сетевое» взаимодействие всех участников и партнеров НейроНет-центра с акцентом на системную и многоуровневую подготовку кадров по профилю деятельности НейроНет и в смежных сферах, а также импортозамещение и формирование новых рынков медицинских изделий, техники и технологий (в том числе реабилитации) на отечественном и в перспективе на международном уровне по профилю НейроНет [Антипов и др., 2017; Колсанов, Авдеева, 2017].

Фактом кооперации не только с ведущими отечественными центрами, но и зарубежными центрами, является создание в партнерстве с Самарским национальным исследовательским университетом имени академика С. П. Королева двух международных лабораторий в сфере цифровой медицины: международной российско-французской лаборатории «Аддитивные технологии в медицине» (профиль — разработка высокотехнологичных костно-фиксирующих элементов с напылением биоактивных материалов, изготовление индивидуальных экзопротезов и эндопротезов) и международной российско-немецкой биотехнологической лаборатории по выращиванию органов и тканей «Тканевая инженерия» (профиль — моделирование и выращивание ткане-инженерных конструкций органов и тканей, индивидуальных биомедицинских имплантов) [Котельников, Колсанов, Волова и др., 2017; Приходько и др., 2017].

## **Переход от отдельных проектов к новым знаниям и технологиям**

СамГМУ, как вуз «инновационного типа», последние 10 лет в своем развитии в сфере образования, науки и лечебной работы держит ориентир на устойчиво растущий спрос отечественного здравоохранения на новые технологии и продукты, способные перенести в клиническую практику, в научный и образовательный процесс современные достижения в сфере информационно-коммуникационных технологий, биотехнологий, микро- и гибкой электроники, аддитивных технологий. В этом процессе основной интегративной составляющей являются информационные технологии в медицине (IT-медицина) — новая область, лежащая на стыке новейших информационно-коммуникационных технологий, точного машиностроения, лучших медицинских знаний и практик. Помимо взятого на текущем этапе в Российской Федерации курса на развитие «Цифровой

экономики» (где медицинское направление обозначается в числе первоочередных), сформированная в СамГМУ «инновационная» тематика исходно согласуется с утвержденной Стратегией развития медицинской науки в Российской Федерации на период до 2025 г., принятыми на федеральном уровне «технологическими платформами» и Национальной технологической инициативой (в частности, по направлениям ХелсНет и НейроНет) и рядом других государственных программ и стратегий развития [Каторкин и др., 2017; Котельников, Колсанов, Иванова и др., 2017; Приходько и др., 2017].

В частности, наиболее крупные выполняемые или завершенные проекты НИОКР (с финансовым обеспечением федерального уровня) были сформированы с ориентиром на подготовку и переподготовку врачей и медицинского персонала в период ограничения доступа к пациентам и трупному материалу во время обучения, увеличивающегося количества патологий и заболеваний, перехода на персонифицированную медицину и с учетом усиливающегося междисциплинарного характера новых врачебных специальностей. Важным стало ориентироваться на индивидуализированную диагностику, а также на мониторинг состояний пациентов, территориально удаленных от квалифицированного медицинского персонала, включая ситуации, требующие постановки дифференциального диагноза территориально распределенной врачебной командой разных медицинских специальностей и назначения соответствующего лечения; на снижение времени реабилитации пациентов, что может быть решено за счет предоставления новых технических инструментов, позволяющих существенно ускорить разработку и внедрение в практическое здравоохранение новых методик лечения и реабилитации (моделирование на симуляционном тренажере, создание нейро-компьютерных интерфейсов и роботизированных протезов, технологии планирования и навигации оперативного вмешательства и др.) [Антипов и др., 2017; Колсанов и др., 2017: 7].

Учеными и специалистами СамГМУ на базе инновационной инфраструктуры университета и с участием ряда других организаций в результате выполнения проекта Минпромторга России разработан уникальный аппаратно-программный комплекс «Автоплан» (далее — АПК «Автоплан»), в рамках которого данные компьютерной рентгеновской томографии и магнитно-резонансной томографии с использованием технологии сегментации распознаются и преобразовываются в трехмерные объекты. В АПК «Автоплан» используются персонифицированные анатомические данные реального пациента, что с успехом применяется в ходе выполнения хирургических вмешательств. Полностью меняется подход к выполнению операции: врач заранее знает расположение анатомических образований, имеющих вариантное строение [Каторкин и др., 2017; Колсанов и др., 2017; Котельников, Колсанов, Иванова и др., 2017]. Благодаря дан-

ному подходу можно заранее провести планирование операции, наметить оптимальные зоны резекции, подготовить нужные имплантаты. Так, например, можно оптимизировать подбор донорских органов по размерам, расположению сосудов.

В настоящее время АПК «Автоплан» реализует построение в автоматическом режиме костей, сосудов, протоков, внутренних органов, а также мышц и связок. Построение происходит при помощи разработанных оригинальных алгоритмов и позволяет получить на выходе полигональные модели высокой точности. Хирургическим модулем выполняется автоматическое детектирование новообразований в печени. Травматологический модуль позволяет на этапе предоперационного планирования строить модель протезируемых костей (бедря и тазового кольца) и проводить подбор по размеру костного канала, углу наклона и другим параметрам.

Использование данного модуля значительно сокращает время операции, уменьшает затраты на последующую стерилизацию открытых протезов, повышает качество протезирования. Челюстно-лицевой модуль позволяет проводить предоперационную подготовку шаблона для имплантата челюсти, по которому можно придать форму стандартному протезу и не тратить на это время в процессе операции. Неотъемлемой частью проекта является интраоперационная визуализация. Оригинальная конструкция очков дополненной реальности, системы трекинга позволяют совмещать реальное изображение с данными рентгенологического исследования. Данный АПК реализован впервые в России. Ряд программных алгоритмов и конструктивных параметров в системе трекинга и очках дополненной реальности выполнены впервые в мире. В Российской Федерации с использованием данной разработки успешно прооперировано более тысячи пациентов [Каторкин и др., 2017; Приходько и др., 2017].

В рамках реализованного проекта Минобрнауки России учеными СамГМУ во взаимодействии с НПО «Лидер» разработаны первые российские симуляторы эндоскопической и эндоваскулярной хирургии — АПК «Виртуальный хирург». В их основу легла динамичная высокореалистичная анатомическая модель человеческого тела. Важным применением возможностей АПК является их использование в моделировании хирургических операций. Импортированная модель, полученная путем реконструкции данных КТ, МРТ или ангиографии, загружается в эндоваскулярный симулятор СамГМУ, в котором выполняются «тренировочные» операции, которые потом воспроизводятся в реальности. Так, симуляторы эндоскопической и эндоваскулярной хирургии предназначены для приобретения комплексных знаний и умений в этих областях хирургии [Котельников, Колсанов, Иванова и др., 2017].

Данные, полученные при разработке АПК «Виртуальный хирург», легли в основу высокореалистичной, достоверной анатомической модели

человеческого тела при создании первого российского атласа трехмерной анатомии «*In Body Anatomy*». Разработанный 3D-атлас позволяет изучить анатомический слой целиком, а не отдельные объекты системы, включая взаимосвязь органов и систем человеческого тела, существенно расширяет сферу применения обучающего материала за счет предоставления дополнительных функций: возможности сравнения различных анатомических объектов между собой, изучения дополнительных диагностических материалов (данные КТ, МРТ, УЗИ). Разработанный атлас является уникальным по анатомическому, топографическому и клиническому наполнению. Атлас включает в себя модели 12 слоев и систем человеческого тела, модели связочного аппарата, внутриорганные структуры объектов, включая кровеносные сосуды, иннервацию, пути оттока лимфы, протоки, доленое и сегментарное строение внутренних органов [Котельников, Колсанов, Иванова и др., 2017].

На основе данной модели учеными СамГМУ построен программно-аппаратный комплекс для виртуальной работы с трехмерной моделью человеческого тела — первый российский интерактивный анатомический стол «Пирогов», представляющий собой вклад российской академической науки в мировую практику изучения анатомии. Разработка позволяет загружать цифровые данные реальных пациентов (компьютерная рентгенография и томография, цифровая рентгенография, магнитно-резонансная томография, позитронно-эмиссионная томография и т.д.), по которым программа автоматически строит трехмерную модель и выводит на экран интерактивного стола, что позволяет применять данную разработку и в клинической практике [Каторкин и др., 2017; Приходько и др., 2017].

Первым в России (а по ряду позиций — первым в мире) является уникальный клинико-технологический комплекс восстановления утраченного объема костной ткани с использованием индивидуальных эндопротезов из биоматериала «Лиопласт», который изготавливает Самарский банк тканей СамГМУ [Котельников, Колсанов, Волова и др., 2017].

Разработки СамГМУ также позволяют реализовать персонализированный подход к медицинской реабилитации пациентов с дефектами частей тела с использованием цифрового прототипирования и аддитивного производства, ускорить процесс реабилитации пациентов, перенесших инсульт, и др. [Приходько и др., 2017; Пятин и др., 2017].

Существует и ряд других примеров наукоемких междисциплинарных НИОКР. При этом выполнение таких проектов стало отправной точкой в развитии новых научных направлений в междисциплинарных сферах и разработке новых технологий в образовании и практическом здравоохранении [Котельников, Колсанов, Иванова и др., 2017; Котельников и др., 2012].

## **Роль СамГМУ в формировании региональной инновационной экосистемы и развитии научно-технологического потенциала региона**

Одним из отражений процесса развития отечественного здравоохранения и его тесной взаимосвязи с научно-техническим прогрессом в сфере науки и производства (прежде всего медицинской и фармацевтической промышленности) является факт создания в стране и в мире биомедицинских и биофармацевтических кластеров (промышленных, инновационных, научно-образовательных).

Научно-технологическая кооперация по направлению ИТ в медицине (до образования кластера формат обозначался как «малый инновационный пояс» СамГМУ) уже к 2012–2013 гг. стала оказывать влияние на развитие региона, что привело к принятию губернатором Самарской области решения об обозначении «ИТ-медицины» как одного из ключевых приоритетов в развитии экономики региона. В декабре 2013 г. был сформирован и утвержден план мероприятий правительства Самарской области по развитию в регионе соответствующего сектора новой экономики, в том числе предусматривающий финансовую поддержку, формирование обеспечивающей инфраструктуры, подготовку кадров. Данная поддержка систематически оказывается в формате софинансирования всех крупных проектов по направлению «ИТ-медицина».

На сегодняшний день число участников кластера достигло 75. Важно, что по ряду направлений сформированы новые наукоемкие бизнесы, совокупная выручка производственных предприятий и ИТ-компаний выросла на 15%, выполняются многомиллионные государственные контракты по линии Минпромторга России и Минобрнауки России, получили развитие предприятия малого и среднего бизнеса, вышло на новый уровень взаимодействие как с вузами Самарской области, так и с производственными предприятиями региона. При этом ряд проектов приобрели инфраструктурный характер (биомедицинское направление включено в структуру Нанотехнологического центра Самарской области, технополиса «Гагарин-центр» и др.), к их выполнению подключаются партнеры из других регионов, с которыми заключены соглашения по межкластерному взаимодействию (с Витебским медико-фармацевтическим кластером — союз «Медицина и фармацевтика — инновационные проекты», с НП «Уральский биомедицинский кластер», с инженерно-производственным кластером «БиоМед») [Котельников, Колсанов, 2016].

## **Роль СамГМУ в развитии человеческого капитала региона**

Помимо очевидной социальной направленности деятельности вуза в подготовке медицинских кадров для региона базирования и за его пределами,



выполнения НИОКР в сфере медицинской и социальной реабилитации граждан, работы одного из самых сильных студенческих научных обществ страны (рассматривается нами как отражение процесса вовлечения в науку талантливой молодежи и воспитание гражданской позиции студентов-медиков), а также развитого волонтерского движения в университете есть и уникальные по содержательному наполнению форматы деятельности в плане формирования человеческого капитала, развития интеллекта нации, подготовки «кадров будущего» [Котельников и др., 2012].

Так, по направлению развития возможностей человека и усиления его экономической эффективности в условиях третьей промышленной революции для работы с талантливой молодежью в 2014 г. был создан Центр молодежного инновационного творчества «Информационные технологии в медицине» (ЦМИТ «IT-медицина»), который успешно функционирует на территории научно-производственного технопарка СамГМУ. ЦМИТ был организован при поддержке Департамента развития малого и среднего предпринимательства Минэкономразвития РФ совместно с Министерством экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области и является официально аккредитованной организацией. ЦМИТ «IT-медицина» является участником «Ассоциации ЦМИТ РФ», имеет соглашения о сотрудничестве с ведущими ЦМИТ из других регионов РФ. Кроме того, ЦМИТ «IT-медицина» широко взаимодействует с другими организациями, занимающимися развитием детского технического творчества в Самарской области (Региональный центр детского технического творчества, региональный оператор по детской робототехнике «R2D2», ЦМИТ «Аквил», Дворец детского творчества Самарской области и др.), имеет филиалы отбора и тестирования детей на предмет склонности к различным направлениям технического творчества.

Ежегодно в ЦМИТ проходят подготовку более 400 школьников по трем разработанным программам обучения, заключено три формата соглашений о сотрудничестве со школами, вузами и колледжами региона, разработано 8 крупных инновационных проектов. В настоящее время завершается разработка двух обучающих программ по направлениям «Виртуальная медицина», «Новые материалы в медицине», также готовится серия курсов совместно с партнерами из других ЦМИТ и центров детского технического творчества по роботизированным системам медицинского направления и нейроинтерфейсам взаимодействия «человек—робот». Создается клуб юных нейромоделистов для генерации не менее пяти проектов воспитанников ЦМИТ по упомянутому направлению [Антипов и др., 2017; Пятин и др., 2017].

Структурой, координирующей деятельность ЦМИТ и обеспечивающей преемственность в подготовке и воспитании будущих профессионалов, является «Стартап-центр» — отдел Института инновационного раз-

вития. Осуществляемая Стартап-центром деятельность является важным звеном в цепочке от генерации знаний к их капитализации, а также одним из «кирпичиков» в построении фундамента социально-экономического развития территории через вложения в развитие человеческого капитала, причем на всех уровнях — от конкретного человека (школьника, абитуриента, студента, состоявшегося ученого) до функционирования макроструктур и всего государства [Котельников, Колсанов, 2016].

### «Третья миссия» университета

Не ослабляя позиций в традиционном назначении университета — в образовательной и научной сфере (две основополагающие миссии университетов), в дальнейших планах функционирования СамГМУ как университетского центра — формирование и развитие биомедицинских и биотехнологических направлений, основанных на информационных технологиях, в интересах здоровья нации [Колсанов, Авдеева, 2017; Котельников, Колсанов, Волова и др., 2017; Котельников, Колсанов, Иванова и др., 2017].

В этом отношении основными являются следующие задачи:

- развитие и внедрение цифровых технологий в сфере здравоохранения для повышения качества и доступности медицинской помощи (в том числе высокотехнологичной), в частности разработка систем поддержки принятия решений с использованием алгоритмов обработки больших объемов данных для локального использования в медицинских учреждениях при оказании медицинских услуг в дистанционной форме, развитие телемедицинских систем и изделий и создание аппаратно-программных комплексов;
- развитие биомедицины и медицинских и фармацевтических биотехнологий по направлениям *HealthNet* для обеспечения персонализированной, превентивной медицинской и лекарственной помощи для увеличения роста продолжительности жизни и эффективной профилактики и лечения различных заболеваний;
- создание глобально конкурентоспособных продуктов и сервисов на основе развития и использования сквозных технологий, в частности технологии искусственного интеллекта, нейротехнологии, технологии виртуальной и дополненной реальности;
- развитие технологий когнитивных вычислений и когнитивной инженерии как технической и методической основы увеличения объемов, сокращения сроков создания и конкурентоспособности знания;
- разработка глобально конкурентоспособных образовательных программ в междисциплинарных / мультидисциплинарных сферах для подготовки «кадров будущего», способных работать в условиях

- цифровой экономики (и, в частности, цифрового здравоохранения) и создавать продукты и сервисы для рынков ХелсНет и НейроНет;
- участие в крупных международных исследовательских проектах и коллаборациях;
  - выход на глобальные рынки образовательных услуг с предложениями с высокой добавленной стоимостью, как, например, сетевая программа «Методы и технологии обработки большого объема данных в медицине» (*Big Data in Medicine*), программы подготовки медицинских кадров в ординатуре по специализациям «Врач-кибернетик» и «Сетевой врач», инженеров по специализации «Обработка медицинских данных» и др.;
  - развитие технологического предпринимательства;
  - разработка передовых производственных технологий для медицинской и фармацевтической промышленности региона;
  - деятельность университета как открытой площадки и методологического центра по обсуждению проблем развития территории (регионального здравоохранения и других) и вызовов третьей промышленной революции, а со временем и вопросов глобальной повестки дня.

Таким образом, на примере Самарского государственного медицинского университета видно, что университеты традиционных форм организации при правильно выработанной стратегии развития и государственной поддержке способны не только «шагать в ногу со временем», но и являться генераторами и проводниками самых передовых идей в реальный сектор экономики, важнейшими институтами, создающими медицину будущего, рынки будущего и кадры будущего.

## Список литературы

1. Антипов О. И., Захаров А. В., Мачихин В. А., Пятин В. Ф. 2017. Автоматизированное устройство регистрации и стимуляции вызванных потенциалов головного мозга. *Физика волновых процессов и радиотехнические системы*. 20 (2): 64–68.
2. Каторкин С. Е., Колсанов А. В., Быстров С. А., Зельтер П. М., Андреев И. С. 2017. Виртуальное 3D-моделирование в хирургическом лечении хронического панкреатита. *Новости хирургии*. 25 (5): 503–509.
3. Колсанов А. В., Авдеева Е. В. 2017. Нейрокомпьютерный интерфейс: фундаментальные и клинические аспекты развития и применения технологии. *Наука и инновации в медицине*. 4 (8): 6–12.
4. Колсанов А. В., Зельтер П. М., Капишников А. В., Чаплыгин С. С. 2017. Эффективность применения количественного анализа данных компьютерной томографии легких у больных хронической обструктивной болезнью легких. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 98 (1): 17–22.
5. Котельников Г. П., Колсанов А. В. 2016. Инновационная деятельность СамГМУ: инфраструктура, подготовка кадров, формирование прорывных проектов, транс-

- фер технологий в практику, участие в российской и региональной инновационной экосистеме. *Наука и инновации в медицине*. 1 (1): 8–13.
6. Котельников Г. П., Колсанов А. В., Волова Л. Т., Пономарева Ю. В., Николаенко А. Н., Приходько С. А., Попов Н. В., Щербовских А. Е. 2017. Доклинические испытания аддитивных материалов для изготовления персонализированных эндопротезов суставов кисти в эксперименте. *Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова*. 9: 71–73.
  7. Котельников Г. П., Колсанов А. В., Иванова В. Д., Яремин Б. И., Чаплыгин С. С., Назарян А. К. 2017. Новые методологические подходы в анализе и синтезе морфологических данных (*anatomia in silico*). *Морфология*. 152 (4): 74–78.
  8. Котельников Г. П., Колсанов А. В., Яремин Б. И. 2012. Научно-образовательный центр — новая форма подготовки студентов и врачей в современных условиях. *Медицинское образование и вузовская наука*. 2: 16–18.
  9. Приходько С. А., Колсанов А. В., Чаплыгин С. С., Николаенко А. Н., Баландина А. В., Попов Н. В., Иванов В. В., Щербовских А. Е. 2017. Применение персонализированных шаблонов в хирургическом лечении доброкачественных опухолей и опухолеподобных заболеваний трубчатых костей. *Медицинская физика*. 2 (74): 46–51.
  10. Пятин В. Ф., Романчук Н. П., Волобуев А. Н. 2017. Нейровизуализация и нейропластичность: инновации в диагностике и лечении. *Бюллетень науки и практики*. 9 (22): 51–61.