

РЕФЕРАТ-ПРЕЗЕНТАЦИЯ

«Разработка и внедрение персонифицированной системы диагностики и лечения пациентов с использованием компьютерного моделирования и аддитивных технологий 3D-печати»

Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Горбатов Р.О., Карякин Н.Н., Мурылев В.Ю.,
Рукин Я.А., Федюшкин И.Л., Чесноков С.А., Орлов А.В., Попович А.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии
имени Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации

«Разработка и внедрение персонифицированной системы диагностики и лечения
пациентов с использованием компьютерного моделирования и аддитивных
технологий 3D-печати»

№	Ф.И.О. авторов, ученые степени и звания, должности по основному месту работы
1.	Тихилов Рашид Муртузалиевич, доктор медицинских наук, профессор, директор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации
2.	Шубняков Игорь Иванович, доктор медицинских наук, заместитель директора по работе с регионами ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Министерства здравоохранения Российской Федерации
3.	Горбатов Роман Олегович, кандидат медицинских наук, врач-травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения Института травматологии и ортопедии (клиника) Университетской клиники ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
4.	Карякин Николай Николаевич, доктор медицинских наук, доцент, ректор ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
5.	Мурылев Валерий Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Института клинической медицины им. Н.В.Склифосовского ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
6.	Рукин Ярослав Алексеевич, кандидат медицинских наук, доцент, заведующий отделением, врач-травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения Университетской клинической больницы №1 Клинического центра ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
7.	Федюшкин Игорь Леонидович, доктор химических наук, член-корреспондент Российской академии наук, профессор, директор ФГБУ науки Института металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева Российской академии наук
8.	Чесноков Сергей Артурович, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУ науки Института металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева Российской академии наук
9.	Орлов Алексей Валерьевич, научный сотрудник лаборатории «дизайн материалов и аддитивного производства» ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
10.	Попович Анатолий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, директор института машиностроения материалов и транспорта ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Краткое содержание работы

Впервые в мире разработана персонифицированная система терапии больных с различными патологиями опорно-двигательного аппарата, которая включает в себя диагностику, лечение и реабилитацию пациентов с использованием компьютерного моделирования и 3D-печати (Рис.1).



а б в г д

Рисунок 1 - Лечение пациента с применением разработанной персонифицированной системы терапии (а-диагностика по данным 3D-модели; б-моделирование оперативного вмешательства; в - использование индивидуальных направителей для эндопротеза; г - имплантация индивидуального эндопротеза; д - индивидуальные стельки для реабилитации пациента)

Диагностика патологии осуществляется с применением разработанной технологии гибридного параметрического моделирования трехмерных анатомических объектов, созданных по данным компьютерной томографии (КТ) пациентов, а также физических прототипов их костей и суставов, изготовленных на 3D-принтере (Рис.2).



Рисунок 2 - Рентгенограмма и макет многооскольчатого перелома дистального отдела обеих костей правой голени. В отличие от рентгенограмм макет позволяет более точно установить диагноз, определить план лечения, прецизионно подобрать фиксаторы и «отрепетировать» операцию на этапе предоперационной подготовки.

Лечение производится по разработанным и запатентованным авторами методикам с использованием имплантатов из костнозамещающих материалов, индивидуальных гибридных эндопротезов, спейсеров, персонифицированных имплантатов из титана, прецизионных направителей для их установки и удаления опухолей костной системы. Терапия осуществляется всех наиболее часто встречающихся заболеваний опорно-двигательного аппарата человека, в том числе орфанных и трудноизлечимых (Рис.3):

<ul style="list-style-type: none"> ✓ Дегенеративно-дистрофические заболевания ✓ Переломы костей различной локализации ✓ Врожденные и приобретенные деформации ✓ Опухоли костной системы 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Костные дефекты любой этиологии, формы, сложности и размеров ✓ Нестабильность имплантатов ✓ Нагноение эндопротезов
---	--

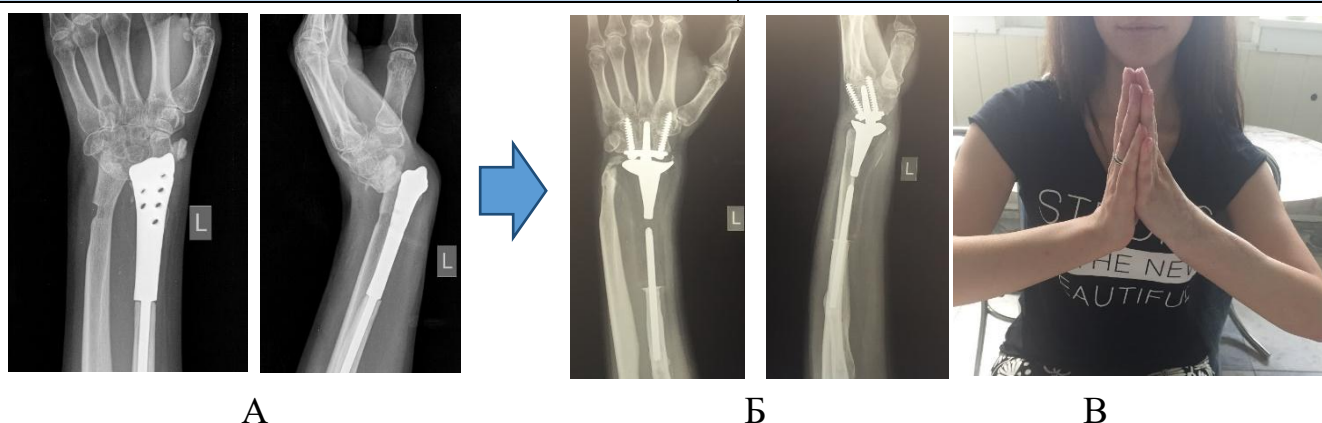


Рисунок 3 - Рентгенограммы до (А) и после (Б) операции с использованием индивидуального гибридного эндопротеза. А - После неоднократных операций в ведущих российских и зарубежных клиниках пациентке (28 лет) был предложен артродез. Благодаря разработанной технологии выполнена операция с сохранением функции кистевого сустава (В)

Реабилитация пациентов, в том числе после оперативных вмешательств, осуществляется с использованием разработанных «Способа изготовления персонифицированных иммобилизирующих изделий», а также «Способа изготовления индивидуальной ортопедической стельки», благодаря которому впервые в России появилась возможность достичь равномерного распределения нагрузки на различные отделы стопы не только при стоянии, но и при ходьбе и беге.

<p style="text-align: center;">Опубликовано</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 77 научных работ ➤ 1 учебно-методическое пособие ➤ 1 кандидатская диссертация ➤ 7 протоколов клинической апробации, одобренных Минздравом РФ ➤ 1 монография: ✓ единственное в России издание по медицинской 3D-печати ✓ самое подробное издание о современной медицинской 3D-печати в мире <p style="text-align: center;">Заключено</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Лицензионный договор с резидентом фонда «Сколково» компанией ООО «ГИТО-ИННОВАЦИЯ» 	<p style="text-align: center;">Получено</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 14 патентов на изобретение ➤ 9 грантов на общую сумму 64,3 млн. рублей <p style="text-align: center;">Награды</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ 2015 г - «Лучший инновационный проект в России в сфере борьбы с онкологическими заболеваниями» («ОнкоБиоМед-2015») ➤ 2019 г - «Лучшее изобретение года в сфере медицины» (XIII конкурс объектов интеллектуальной собственности им.И.П.Кулибина)
---	---

Основная научно-техническая идея

Разработка персонифицированной системы диагностики и лечения пациентов с использованием компьютерного моделирования и аддитивных технологий 3D-печати позволит как персонифицировать традиционные методики диагностики и лечения, что увеличит количество хороших и отличных результатов терапии больных, так и создать уникальные способы диагностики и лечения, разработка которых без применения аддитивных технологий была бы не возможна, что в свою очередь позволило бы осуществлять лечение пациентов с патологиями, ранее считавшимися неизлечимыми, а также диагностировать их на ранней стадии своего развития.

Значение результатов для практики

Полученные результаты исследований внесли значительный вклад в развитие естественных наук, привели к разработке новых биосовместимых и биорезорбируемых полимеров, уникальных гибридных имплантатов, эндопротезов из костнозамещающих материалов, ортопедических изделий, а также технологий их создания с последующим практическим применением в здравоохранении, открыли новые возможности в терапии различных патологий опорно-двигательного аппарата человека, создали «фундамент» для разработки новых методов диагностики и персонифицированного лечения заболеваний. Благодаря применению в клинике способа изготовления индивидуализированного биоимпланта с целью лечения больных с опухолями различной локализации и этиологии удалось достичь

купирования болевого синдрома, улучшения функции конечностей и качества жизни у всех пациентов. Кроме того, не было выявлено ни одного летального исхода или ампутации. Благодаря разработанным способам эндопротезирования крупных суставов появилась возможность замещения костных дефектов любой сложности, формы и размеров. У всех пациентов достигнута стабильная фиксация эндопротезов. Применение разработанных способов лечения больных с нагноениями, артритами позволило не только добиться купирования инфекции, но и восстановить у них функцию опоры и передвижения. Использование индивидуальных направителей для установки эндопротезов и удаления опухолей привело к снижению риска развития нестабильности имплантатов и значительному улучшению качества жизни пациентов по сравнению с традиционными методиками. Благодаря разработанным способам реабилитации пациентов с применением индивидуальных ортопедических изделий увеличилось количество хороших результатов при лечении ДЦП, последствий инсультов, деформаций стоп, а также более чем в 10 раз снизилась частота ампутаций у больных с сахарным диабетом.

Достигнутый экономический или социальный эффект

Благодаря разработанной персонифицированной системе диагностики и лечения пациентов с использованием компьютерного моделирования и аддитивных технологий 3D-печати повысилось качество и доступность высокотехнологичной медицинской помощи для населения, появилась возможность радикальной терапии тяжелых патологий опорно-двигательного аппарата человека, в том числе различных опухолей костной системы. С 2016 года в рамках финансирования по 7 протоколам клинической апробации в различных клиниках России в соответствии с разработанными технологиями было успешно пролечено **1123** пациента, за счет других источников финансирования - **373** больных. Во всех случаях удалось достичь хороших и отличных результатов. По разработанной персонифицированной системе диагностики и лечения пациентов оказано услуг на общую сумму **72 759 704, 64 рубля**. Создана Ассоциация специалистов по 3Д печати в медицине, членами которой являются все ведущие специалисты России в области медицинской 3D-печати, включая врачей, ученых, программистов, медицинские организации и т.д. Ежегодно Ассоциацией проводится до 6 всероссийских с международным участием конференций с количеством участников более 1000 человек.