

**Информация о проекте для участия
в Конкурсе «Ректорские гранты» для обучающихся**

Название проекта	Разработка тренажера для отработки практических навыков по извлечению обломков эндодонтических инструментов из корневых каналов зубов
-------------------------	---

Направление (в соответствии с п. 1.8 Положения о Конкурсе)	Медицинские науки
--	-------------------

Информация об участнике	Руководитель проекта:
	Ф.И.О. руководителя проекта (обучающегося), указать полностью
	Акишина Елизавета Сергеевна
	Дата рождения
	09.06.2005
	Адрес фактического проживания с индексом
	г. Пенза, ул. Тепличная, д. 43, кв. 54, 440058
	Номер телефона
	+79272861642
	Адрес электронной почты
	akishina_2005@mail.ru
	Группа, кафедра, факультет, институт
	22ЛК1, МКИИ, Лечебный факультет, Медицинский институт
	Исполнители проекта: (при наличии) (Ф.И.О., учебная группа, дата рождения, функциональные обязанности)
	Научный консультант (Ф.И.О. (указать полностью), ученая степень, ученое звание, кафедра, номер сотового телефона, e-mail)
	Геращенко Сергей Михайлович, доктор технических наук, доцент, ПТиМПЗ, +7 (8412) 99-81-75, sgerash@mail.ru

Ресурсное обеспечение проекта	Партнерство (соглашения в реализации проекта с органами государственной власти и местного самоуправления, коммерческими и некоммерческими организациями)
	Стоматологическая клиника факультета стоматологии ФГБОУ ВО «ПГУ», Факультет стоматологии МИ ПГУ
	Использование при выполнении исследований научного оборудования и услуг центра коллективного пользования, студенческого научно-производственного бизнес-инкубатора, центра трансфера технологий, отдела интеллектуальной собственности Пензенского государственного университета.

Содержание проекта:

Аннотация (не менее 0,3 стр.)	<p>Данный проект посвящен исследованию и моделированию анатомического строения корневых каналов зуба с целью разработки инновационного тренажера для отработки практических навыков обучающихся по извлечению обломков эндодонтических инструментов из корневых каналов зубов. Актуальность проекта обусловлена высокой частотой поломок инструментов в эндодонтической практике, что приводит к серьезным осложнениям для пациентов. В ходе разработки будут разработаны индивидуальные 3D-модели корневых каналов, созданные на основе томографических данных реальных пациентов, что обеспечивает высокую реалистичность симуляции. Применение технологии 3D-печати с использованием фотополимера CASTABLE LCD позволяет максимально приблизить механические свойства модели к реальным зубам. Тренажер позволяет моделировать различные клинические сценарии, включая различные типы и расположение обломков инструментов, что способствует эффективному обучению и повышению квалификации стоматологов. Ожидаемые результаты проекта включают в себя валидацию эффективности тренажера, получение количественных данных, демонстрирующих улучшение скорости, точности и эффективности извлечения обломков, а также разработку методических рекомендаций по его применению. Проект направлен на снижение риска осложнений при эндодонтическом лечении и повышение качества медицинской помощи.</p>
Актуальность (не менее 1 стр.)	<p>Поломка эндодонтических инструментов внутри корневых каналов остается значительной проблемой в эндодонтической практике, несмотря на постоянное совершенствование технологий и методик. Статистические данные, хотя и разнятся в зависимости от методик исследования и определения "поломки", указывают на довольно высокую частоту этого осложнения. По данным открытых источников частота поломки в канале зуба для стальных инструментов составляет до 6% случаев, а для никель-титановых – до 5%. Это обусловлено рядом факторов, которые сложно полностью исключить даже при высоком уровне профессионализма. При рассмотрении факторов, способствующих поломке эндодонтического инструмента в корневом канале, целесообразно разделить их на несколько групп:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Фактор анатомии и морфологии корневых каналов. Наличие изгибов, сужений, обтураций (закупорок) дентина, а также вторичных и латеральных каналов существенно затрудняет прохождение инструментов и увеличивает риск их поломки. Непредсказуемость анатомических особенностей каждого конкретного зуба является одним из ключевых факторов риска. Даже применение современных методов визуализации, таких как рентгенография или КТ, не всегда позволяют полностью предсказать все нюансы анатомии.2. Фактор кратности использования инструмента.3. Фактор техники применения.4. Ятрогенные факторы, способствующие поломке эндоинструмента.5. Факторы поломок, не зависящие от врача (производственный брак). <p>Поломка эндодонтического инструмента чаще всего происходит в апикальной трети корневого канала, то есть в области, ближайшей к</p>

	<p>верхушке корня. Это связано с несколькими факторами: увеличенная кривизна канала, сужение канала, плотность дентина.</p> <p>Было установлено, что несмотря на то, что апикальная треть является наиболее распространенным местом поломки, они также могут происходить и в других частях канала, например, в узких, склерозированных корневых каналах. В такой ситуации создаются условия для повышенного контакта инструмента с дентинными стенками. В результате файлы получают усиленную циклическую и торсионную нагрузку, что может привести к их поломке.</p> <p>Парадокс прогресса заключается в том, что новые материалы и технологии, разработанные для улучшения эндодонтического лечения, могут в некоторых случаях приводить к новым видам осложнений. Например, использование никель-титановых инструментов, обладающих высокой гибкостью, сокращает число перфораций, но одновременно увеличивает риск циклической усталости материала и внезапных поломок. Новые композитные материалы пломбировки тоже могут создавать дополнительные трудности.</p> <p>Последствия неправильного или неудачного извлечения обломков инструментов могут быть весьма серьезными: перфорация корня, периодонтит, невозможность адекватной обработки канала. Обломок инструмента препятствует качественной очистке и obturation (пломбировке) корневого канала, что увеличивает риск повторного инфицирования и воспаления. Это может потребовать более сложного лечения, включая повторные визиты к врачу и, возможно, хирургическое вмешательство.</p> <p>Извлечение обломков инструментов – сложная и трудоемкая процедура, требующая от врача высокого уровня подготовки и мастерства. Успех процедуры во многом определяется: высокой квалификацией специалиста, прецизионными мануальными навыками, опытом работы с различными инструментами и методиками, правильным выбором тактики.</p> <p>Недостаток опыта и практических навыков может привести к неудачной попытке извлечения, усугублению ситуации и необходимости более сложного и инвазивного хирургического вмешательства. Использование специализированного тренажера позволяет значительно улучшить качество обучения, увеличить количество отработанных клинических случаев в контролируемой среде, минимизировать риск негативных последствий и подготовить специалистов к решению сложных клинических задач.</p>
<p>Анализ современного состояния исследований в данной области (приводится обзор исследований в данной области со ссылками на публикации)</p>	<p>Прямых аналогов нет. Косвенные аналоги:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фантом эндодонтический (патент RU 180218 U1) Фантом эндодонтический, имитирующий верхнюю или нижнюю челюсть, в частности альвеолярную кость, десны, зубы, отличающийся тем, что выполнен как единая конструкция при помощи 3D печати, имеет имитацию пульповых камер, корневых каналов, апексов корней с использованием пластика как минимум двух цветов и различных плотностей, сопоставимых с плотностями твердых тканей зуба и тканей десны. 2. Эндодонтический фантом для выполнения лечебных манипуляций (патент RU 111333 U1) Фантом может быть использован для обучения студентов и врачей-

стоматологов различным методам эндодонтического лечения, методам диагностики, используемых в ходе такого лечения, а также лечению кариеса зубов

Тренажер для извлечения обломков инструментов из корневых каналов обладает рядом преимуществ перед обычными стоматологическими фантомами, обусловленных фокусом на конкретной задаче. В отличие от обычных фантомов, где обломки могут быть лишь опциональным элементом, тренажер специально проектируется с учетом различных сценариев застревания обломков инструментов. Он имитирует обломки разных форм, размеров, материалов и глубины погружения в корневой канал, что приближает обучение к реальным клиническим ситуациям. Тренажер сосредоточен на отработке конкретных техник извлечения обломков, включая выбор подходящих инструментов, манипуляцию с ними и контроль силы. Также в разработке тренажера уделяется больше внимания детализации анатомических особенностей корневого канала, что позволяет лучше понять сложности работы в реальных условиях. В то время как обычные стоматологические фантомы полезны для отработки общих навыков эндодонтии, специализированный тренажер обеспечивают более целенаправленную и эффективную подготовку к сложной процедуре извлечения обломков инструментов, что критически важно для предотвращения осложнений при лечении пациентов.

Список литературы:

1. Роль симуляционных технологий в формировании профессиональных компетенций студентов-стоматологов. Фелькер Е. В. Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 4-2. С. 394-395.
2. Способ удаления отломка инструмента из корневого канала зуба и устройство для его осуществления. Петрова Т. Г., Бугулбаева З. К., Ибрагимов Р. Ш. 2018.
3. Ошибки и осложнения эндодонтического лечения разных групп зубов. Гажва С.И., Пиллипенко К.И., Гуренкова Н.А., Зызов И.М. Медицинская экспертиза и право. 2011. № 6. С. 29-33.
4. Ошибки и осложнения, возникающие на этапах эндодонтического лечения. Луцкая И.К. Стоматологический журнал. 2017. №2 С. 118-123.
5. Эндодонтическое лечение, ошибки и осложнения. Артюшкевич А.С. Стоматологический журнал. 2015. №4 С. 337.
6. Экспертная оценка проблем при оказании эндодонтического лечения. Иванова Е.В. Эндодонтия Today. 2010. № 4. С. 26-29.
7. Ошибки и неблагоприятные исходы эндодонтического лечения осложнений кариеса и пути их устранения. Кучер В.А. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Нижегородская государственная медицинская академия. Нижний Новгород, 2012.
8. Проблемы и перспективные методики эндодонтического лечения зубов. Кердяшов И.Н. В сборнике: Научный форум: Медицина, биология и химия. Сборник статей по материалам XI международной научно-практической конференции. 2018. С. 43-51.
9. Ошибки и осложнения эндодонтического лечения при механической обработке корневого канала. Смольянинова Е.Ю. Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2017. Т. 7. № 4. С. 656-660.

	<p>10. Ошибки в эндодонтической практике. Абрамович А.М., Стеценко Е.Г., Николаев С.Е., Гончар В.В., Ткаченко В.В. Эндодонтия Today. 2003. № 3-4. С. 38-41.</p> <p>11. Эндодонтия. Ошибки и осложнения, возникающие на этапах лечения, и их профилактика. Булгакова А.И., Чембарисова Р.Х., Раянова Р.А., Губайдуллина Л.Ф., Галикеева А.Ш. Уфа, 2009.</p> <p>12. Причины неудач при эндодонтическом лечении. Шумский А.В., Кочкалева Е.А., Поздний А.Ю. Эндодонтия Today. 2003. № 3-4. С. 7-15.</p> <p>13. Причины возникновения перфораций зубов. Федотова Ю.М., Мамиева А.А. Международный студенческий научный вестник. 2016. № 6. С. 26.</p>
--	---

Цель и задачи проекта	<p>Цель выполнения проекта: Исследование и моделирование анатомического строения корневых каналов зуба с целью разработки инновационного тренажера для отработки мануальных навыков в рамках реализации программ высшего профессионального образования студентов-стоматологов, ординаторов направления «Терапевтическая стоматология», «Стоматология общей практики», а также для использования в целях прохождения усовершенствования практикующими специалистами.</p> <p>Задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование и моделирование анатомической специфики корневых каналов зуба; 2. Разработка тренажера для извлечения обломков инструментов из корневых каналов зуба; 3. Разработка 3д макета тренажера на основе томограмм реальных пациентов; 4. Создание 3д модели из полимерного материала; 5. Составление технического плана по внедрению обломков в модели зубов; 6. Проведение исследований по внедрению тренажера в программу обучения студентов-стоматологов, ординаторов направления «Терапевтическая стоматология», «Стоматология общей практики». 7. Проведение исследований эффективности полученных мануальных навыков в клиническом применении; 8. Проведение анализа полученных результатов с использованием пакетов прикладных программ Статистика 10.0; 9. Составление заключения по проделанной работе с предоставлением отчетности за каждый из периодов.
------------------------------	--

<p>Научная новизна (формулируется новая научная идея, обосновывается новизна предлагаемой постановки и решения заявленной проблемы)</p>	<p>Научная новизна проекта заключается в разработке и валидации стоматологического тренажера для извлечения обломков эндодонтических инструментов, основанного на индивидуальных 3D-моделях корневых каналов, полученных из комплектов томограмм реальных пациентов. В отличие от существующих тренажеров, часто использующих обобщенные модели корневых каналов, данный тренажер обеспечивает высокую степень реалистичности за счет применения технологии 3D-печати и индивидуального подхода к моделированию анатомических особенностей каждого конкретного случая. Использование фотополимера CASTABLE LCD для печати приближает механические свойства модели к реальным зубам, что повышает реалистичность симуляции. Возможность моделирования различных</p>
--	--

	<p>клинических сценариев, включая вариации количества корневых каналов зуба, формы, размера и расположения обломков инструментов (никель-титановый сплав, сталь) из различных материалов, фиксированных с помощью стоматологического цемента, позволяет более эффективно обучать врачей-стоматологов сложным техникам извлечения, что в итоге способствует снижению риска осложнений и повышению качества эндодонтического лечения. Таким образом, проектируемый тренажер предлагает качественно новый подход к обучению, приближая тренировочный процесс к реальным клиническим условиям.</p>
<p>Предлагаемые подходы и методы, их обоснование для реализации цели и задачи исследований (форма изложения должна дать возможность конкурсной комиссии оценить соответствие подходов и методов исследования поставленным целям и задачам, надежность получаемых результатов)</p>	<p>Тренажер представляет собой модель зуба с внедренной имитацией обломка инструмента. Модули зубов изготавливаются по комплектам томограмм реальных пациентов методом 3D-печати из фотополимера CASTABLE LCD для приближения условий механической обработки макета к реальным. В качестве программного обеспечения используется 3D-Slicer и КОМПАС-3D. Корневые каналы моделируются с учетом различной формы и кривизны. Планируется изготовление одноканальных, двухканальных и трёхканальных зубов. В качестве материала для изготовления обломков инструментов используется никель-титановый сплав, сталь. Форма и размер обломков были выбраны с учетом распространенных типов эндодонтических инструментов и степени сложности их извлечения. Обломки инструментов фиксировались в корневых каналах при помощи стоматологического цемента светового отверждения с учетом заданной глубины и ориентации, имитирующей различные клинические ситуации (например, обломок заклинен в апикальной или средней части канала, либо с изгибом).</p>
<p>Имеющийся у заявителя научный задел по проекту (указываются полученные результаты, разработанные программы и методы, экспериментальное оборудование, материалы и информационные ресурсы, имеющиеся в распоряжении участника для реализации проекта, публикации участника (для каждой публикации, при наличии, указать ссылку в сети Интернет)</p>	<p>Осуществлён анализ анатомической специфики корневых каналов зуба. Разработан метод изготовления персонализированных моделей зубов с внедренными корневыми каналами.</p> <p>Разработка отмечена дипломами:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Актуальные проблемы современной медицинской науки и образования-2024», 25 апреля 2024, 2 место 2. XXIV Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Студенческая медицинская наука XXI века», г. Витебск, 24-25 октября 2024, 3 место 3. Прогресс-2023, 1 место <p>Публикации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Акишина Е.С., Изотова А.С., Геращенко С.М., Зюлькина Л.А. Эндодонтический блок с системой интегрированного алгоритма имитации апекслокатора как способ повышения качества обучения студентов-стоматологов // Актуальные проблемы современной медицины и фармации - 2024: сборник тезисов докладов LXXVIII Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых / под. ред. С.П. Рубниковича, В.А. Филонюка – Минск: БГМУ, 2024. – С. 995-999. (URL: https://elib.pnzgu.ru/library/1731487929) 2. Геращенко С.М., Козлов Д.В., Акишина Е.С., Демидов М.В. РАЗРАБОТКА ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО БЛОКА С СИСТЕМОЙ ИНТЕГРИРОВАННОГО АЛГОРИТМА ИМИТАЦИИ АПЕКСЛОКАТОРА // Актуальные проблемы медицинской науки и

	образования (АПМНО-2024): сб. ст. по материалам X Междунар. науч. конф. (г. Пенза, 5-6 декабря 2024 г.) / под ред. А. Н. Митрошина, С. М. Геращенко. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2024. – С. 118-122. (URL: https://elib.pnzgu.ru/library/1732607469)
Ожидаемые результаты	<p>1. Создание функционального и надежного тренажера, воспроизводящего анатомические особенности корневых каналов с высокой точностью благодаря использованию индивидуальных 3D-моделей, полученных из томограмм пациентов. Тренажер должен быть изготовлен из биосовместимых материалов, обеспечивающих долгий срок службы и многократное использование.</p> <p>2. Проведение валидационных исследований для подтверждения эффективности тренажера в обучении. Это включает в себя сравнительный анализ навыков врачей-стоматологов, прошедших обучение с использованием тренажера, и контрольной группы, не использовавшей тренажер. Ожидается, что группа, использовавшая тренажер, продемонстрирует лучшие результаты в скорости, точности и эффективности извлечения обломков инструментов.</p> <p>3. Разработка квантифицируемых показателей эффективности: скорость извлечения обломков, точность манипуляций, эффективность извлечения: Повышение процента успешного извлечения обломков.</p> <p>4. Разработка методических рекомендаций по использованию тренажера в учебном процессе, включая алгоритмы обучения, оценки эффективности и критерии успешного освоения навыков.</p>

Значения целевых индикаторов Конкурса «Ректорские гранты» Пензенского государственного университета

№	Наименование	Единица измерения	Значение
1	Число публикаций по результатам исследований:		
	1.1 в изданиях, индексируемых в РИНЦ	единиц	3
	1.2 в российских научных журналах, включенных в перечень ВАК	единиц	
2	Участие в мероприятиях по демонстрации и популяризации результатов проекта (конкурсы научно-исследовательских работ, конкурсы грантов, выставки, конференции)	единиц	2
3	Число заявок на объекты интеллектуальной собственности, поданные по результатам выполнения проекта	единиц	
4	Количество поданных заявок для участия в конкурсном отборе на получение стипендий Президента РФ и Правительства РФ; именных стипендий	единиц	
5	Использование при выполнении исследований научного оборудования и услуг центра коллективного пользования, студенческого научно-производственного бизнес-инкубатора, центра трансфера технологий, отдела интеллектуальной собственности	—	+

«27» февраля 2025 г.

Участник Конкурса

Акишина Акишина Е.С.
(подпись / фамилия и инициалы)

Научный консультант

Трашенин Герасимович С.М.
(подпись / фамилия и инициалы)

ЗАЯВЛЕНИЕ

на участие в конкурсе «Ректорские гранты» для обучающихся

Я,

Акишина Елизавета Сергеевна

(указать полностью фамилию, имя и отчество участника)

прошу принять к рассмотрению проект:

Разработка тренажера для отработки прак-
тических навыков по проведению операций недо-
доимических инструментов из корневых каналов зубов.
(название проекта)

О себе сообщаю следующие персональные данные, необходимые для участия в Конкурсе:

Почтовый индекс:	адрес	с	г. Пенза, ул. Тепличная, д. 43, кв. 54, 440058
Контактный телефон:	+7 927 2861642		
Адрес электронной почты:	akishina_2005@mail.ru		

С Положением о Конкурсе «Ректорские гранты» Пензенского государственного университета ознакомлен. С условиями Конкурса и предоставления гранта согласен.

В случае признания победителем Конкурса даю согласие на информирование общественности о победителях Конкурса и их проектах, а также использование предоставленных текстов, графических изображений, фото- и видеоматериалов.

Достоверность информации, предоставленной в составе заявки на участие в Конкурсе «Ректорские гранты» Пензенского государственного университета, подтверждаю.

«27» февраля 2025 г.

Участник Конкурса

Акишина Елизавета Е.С.

(подпись / фамилия и инициалы)

Научный консультант

Терещенко С.Н.

(подпись / фамилия и инициалы)