

Данные заявки

Направление заявки: Н2. Медицина и технологии здоровьесбережения

Полуфинал: Полуфинальный отбор в ФГБОУ ВО "Пензенский государственный университет"

ДАННЫЕ О ПРОЕКТЕ

Название проекта: Разработка компьютерной программы «3D-Vasculograph v.2» для исследования внутриорганного артериального русла почки человека с применением нейросетевого моделирования

Область техники: ОТ2.02. Кардиология и ангиология. Кардиохирургия. Медицинская техника, изделия и материалы. Диагностика и лечение

Приоритетное направление: 4. Науки о жизни.

Критическая технология федерального уровня: 4. Биомедицинские и ветеринарные технологии.

Ключевые слова:

внутриорганное артериальное русло, бифуркации, морфометрия, почка, численное моделирование

Участие в других проектах:

В рамках гранта Фонда развития институтов гражданского общества по проекту «Морфометрический эталон внутриорганного сосудистого русла почки человека» проведены предварительные исследования, в том числе подготовлен методологический фундамент работы. Милтых И.С. – грантополучатель и руководитель НИР.

Профессиональные достижения:

Милтых Илья Сергеевич, автор 43 печатных работ, в том числе 7 в Web of Science и Scopus, 3 RSCI. Стипендиат Президента (2021-2022) и Правительства (2022-2023) Российской Федерации. Грантополучатель Фонда развития институтов гражданского общества по проекту «Морфометрический эталон внутриорганного сосудистого русла почки человека», грантополучатель и руководитель проекта «Разработка системы для ранней диагностики развития хронической сердечной недостаточности» в рамках конкурса «Ректорские гранты для обучающихся Пензенского государственного университета». Именной стипендиат Афинского национального университета имени И. Каподистрии (программа THYESPA), ilia@miltykh.com, SPIN-code: 9363-6873, ORCID: 0000-0002-9130-3255, ResearcherID: AFO-0934-2022, Scopus Author ID: 57299786900 <https://miltykh.com/>

ПРОФИЛЬ УЧАСТНИКА ПРОЕКТА

ФИО: Милтых Илья Сергеевич

Контактный email: ilyamiltykh@outlook.com

Номер телефона: +7 927 389 90 31

Дата рождения: 20.02.2001

Пол: Мужской

ИНН: 580902509930

Регион: Пензенская область

Город: Пенза

Почтовый индекс: 442780

Почтовый адрес: Бессоновка, ул. Садовая, д. 18

Выпускник ОЦ «Сириус»: Нет

Место работы: ФГБОУ ВО "Пензенский государственный университет"

Должность: Студент

ОБРАЗОВАНИЕ УЧАСТНИКА ПРОЕКТА

Учёная степень: -

Учёное звание: -

Учебное заведение: Пензенский государственный университет

Специальность: Лечебный факультет Медицинского института ПГУ, 31.05.01 Лечебное дело, 6 курс

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

Цель выполнения проекта:

Разработка компьютерной программы «3D-Vasculograph v.2» для исследования внутриорганных артериального русла почки человека, с применением численного и нейросетевого моделирования их морфофункциональных единиц - бифуркаций в норме у лиц разного пола и возрастных групп. Исследование и анализ показателей, характеризующих морфометрические и функциональные особенности артериальных бифуркаций различных морфофункциональных групп, видов и типов в норме у лиц разного пола и возрастных групп. В рамках НИР будут получены новые знания о структуре и функции внутриорганных артериального русла почки, что имеет важное теоретическое и практическое значение для решения проблемы ранней объективной диагностики состояния артериального русла и его компонентов, прогнозирования исходов ангиопластических операций, педагогической проблемы дистанционного обучения нормальной анатомии человека.

Задачи по проекту в рамках договора по программе «УМНИК»:

В рамках договора по проекту, следующие задачи ставятся для достижения цели:

1. Сбор и анализ данных: провести исследование и собрать данные о морфометрических и функциональных особенностях артериальных бифуркаций внутриорганных артериальных русел у лиц разного пола и возрастных групп.
2. Разработка методологии: разработать методологию для анализа и классификации морфофункциональных групп, видов и типов артериальных бифуркаций внутриорганных артериальных русел.
3. Создание компьютерной программы: разработать и усовершенствовать компьютерную программу "3D-Vasculograph v.2" для генерации 3D-моделей виртуальных артериальных русел и их компонентов на основе полученных данных.
4. Анализ результатов: провести сравнительный анализ показателей и параметров, характеризующих морфометрические и функциональные особенности артериальных бифуркаций внутриорганных артериальных русел различных морфофункциональных групп, видов и типов.
5. Визуализация и обучение: создать визуальные образовательные материалы на основе полученных результатов, которые могут быть использованы в электронном и дистанционном обучении нормальной анатомии человека.

Итоговым результатом работы будет компьютерная программа "3D-Vasculograph v.2", которая будет способна генерировать точные виртуальные 3D-модели внутриорганных артериальных русел и их компонентов на основе реальных морфометрических данных.

Назначение научно-технического продукта (изделия и т.п.):

Научно-технический продукт, разрабатываемый в рамках проекта, имеет следующее функциональное назначение:

1. Клиническое применение: результаты проекта могут быть использованы в медицинской практике для более точного понимания структуры и функции внутриорганных артериальных русел. В дальнейшем результаты данного исследования станут фундаментом для диагностики различных заболеваний, связанных с сосудистой системой. Врачи, включая кардиологов, нефрологов, урологов и хирургов, могут использовать результаты проекта для более точного планирования операций и иных медицинских вмешательств.

2. Образовательное использование: результаты проекта, включая виртуальные 3D-модели внутриорганных артериальных русел и аналитические данные о морфометрических и функциональных особенностях, могут быть использованы в образовательных целях. Это может включать использование в учебных заведениях, медицинских институтах и других образовательных учреждениях для обучения анатомии человека как на уровне специалитета, так и в рамках постдипломного образования.

3. Научные исследования: результаты проекта могут быть использованы в научных исследованиях в области анатомии, морфологии и медицинской визуализации. Ученые и исследователи могут использовать полученные данные и модели для проведения дальнейших исследований, анализа и разработки новых методов и подходов в области изучения внутриорганных артериальных русел.

Потребителями научно-технического продукта могут быть медицинские университеты, учебные заведения, медицинские центры, научные исследовательские институты, врачи, исследователи и студенты, заинтересованные в изучении анатомии внутриорганных артериальных русел и его компонентов.

Научная новизна предлагаемых в проекте решений:

Научная новизна предлагаемых в проекте решений заключается в следующих аспектах:

1. Разработка виртуальных 3D-моделей внутриорганных артериальных русел: в проекте предлагается создание высококачественных и детализированных виртуальных моделей внутриорганных артериальных русел почки. Это позволит более точно и реалистично визуализировать данную анатомическую структуру и ее взаимодействие с окружающими тканями и органами. Такой подход является новым и инновационным, поскольку ранее не было разработано подобных детальных, реалистичных виртуальных моделей внутриорганных артериальных русел.

2. Морфометрический анализ и функциональная оценка сосудов: в рамках проекта предлагается провести морфометрический анализ русла, включая измерение и оценку их геометрических параметров, таких как длина, диаметр артериальных сегментов, углы ветвления и т.д. Это позволит более точно оценить структурные особенности сосудов и их влияние на гемодинамику. Кроме того, предлагается провести функциональную оценку артериального русла и его компонентов, включая анализ пропускной способности, распределительной и опорной функций. Такой комплексный подход к морфометрическому анализу и функциональной оценке внутриорганных артериальных русел и их компонентов является новым и позволит получить более полное представление о их структуре и функции.

3. Численное моделирование и анализ: в проекте предлагается использовать численное моделирование для более глубокого анализа внутриорганных артериальных русел. Это позволит провести виртуальные эксперименты и исследования, включая анализ течения крови, влияние различных факторов на гемодинамику и оценку эффективности различных медицинских процедур и вмешательств. Такой подход к численному моделированию артериального русла и его компонентов является новым и позволит получить более глубокое понимание их функциональных возможностей.

4. Интерактивная веб-платформа: в рамках проекта предлагается разработать интерактивную веб-платформу в виде образовательного ресурса, который позволит широкому кругу пользователей ознакомиться с результатами исследования и использовать их в образовательных и научных целях.

Предлагаемые в проекте решения имеют научную новизну и инновационный характер, поскольку они представляют собой новые подходы к изучению и визуализации внутриорганных артериальных русел и их компонентов, а также новые инструменты и ресурсы для образовательных и научных целей.

Обоснование необходимости проведения НИР:

Сердечно-сосудистые заболевания остаются основной причиной инвалидизации и смертности населения, согласно исследованиям [Myers, L., 2014; Wong N.D., 2014; Нармухамедова Н.А., 2019]. По данным Росстата, заболеваемость этими заболеваниями в Российской Федерации увеличилась в 1,8 раза с 2000 по 2021 год [Росстат, 2023]. Всемирная организация здравоохранения подчеркивает, что сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смертности в мире, превосходя по числу умерших от других причин [Бюл. ВОЗ. 9 дек. 2020]. Эта проблема затрагивает страны с разным уровнем дохода, включая страны с низким и средним уровнем дохода [Шляхто Е.В.; 2019]. С учетом высокой распространенности и серьезности этих заболеваний, необходимы новые эффективные методы диагностики и лечения [Кафаров Э.С., 2020]. Однако для этого требуется тщательное теоретическое обоснование, такое как морфологические исследования [Лежина О.Ю., 2019; Зенин О.К. и др., 2021]. Несмотря на значительные успехи современной медицины, остаются нерешенные проблемы, требующие дальнейших исследований.

1) Проблема ранней и объективной диагностики патологии сосудистого русла почек. Современные цифровые технологии прижизненной визуализации сосудистого русла открывают новые возможности для объективной диагностики его патологии. Однако отсутствие в настоящее время количественных структурных критериев нормы существенно сдерживает развитие этого перспективного направления клинической медицины [Silva, J.M.L. et al., 2016].

2) Проблема прогнозирования исходов ангиопластических операций (численное моделирование внутрисосудистой гемодинамики). Используемые в настоящее время оперативные методы коррекции патологически измененного сосудистого русла и его компонентов не всегда дают желаемые результаты.

3) Образовательная проблема. В настоящее время электронные учебники, компьютерные анатомические атласы, виртуальные 3D-модели внутренних органов человека все шире применяются в мире для дистанционного информирования и обучения.

Оптимальным способом решения данных проблем является математическое моделирование строения внутриоргannого сосудистого русла и внутрисосудистой гемодинамики, что практически невозможно при отсутствии знаний о величинах показателей, характеризующих морфометрические и функциональные особенности сосудистых бифуркаций.

Научный задел коллектива представлен в следующем разделе.

Основные технические параметры, определяющие количественные, качественные и стоимостные характеристики продукции (в сопоставлении с существующими аналогами, в т.ч. мировыми):

1. Суть разработки или технологии: программа «3D-Vasculograph v.2» позволяет визуализировать и моделировать реалистичные внутриорганные артериальные русла почки на основе реальных морфометрических данных. В последующем программа сможет применяться для ранней диагностики, прогнозировании исходов ангиопластических операций, а также позволит решить образовательную проблему в области анатомии сосудистой системы. Программа является инновационной, так как использует собственные исследования авторов в области морфологии внутриоргannого артериального русла почки. Программа также позволит использовать виртуальную реальность в обучении анатомии.
2. Основные технические параметры разработки:
 - a. Тип продукта: компьютерная программа.
 - b. Формат данных: база данных, содержащая численные значения диаметра, длины артериальных сегментов внутриоргannого артериального русла почки.
 - c. Формат вывода: трехмерная геометрическая модель артериального русла, которая может быть масштабирована, повернута, перемещена и изменена по геометрии сосудов.
 - d. Точность моделирования: не менее 95% соответствия реальным морфометрическим данным.
 - e. Интерфейс пользователя: графический интерфейс, позволяющий выбирать данные из базы, запускать моделирование, просматривать и редактировать модель, сохранять и загружать модель, экспортировать модель в другие форматы.
3. Особенности разработки, которые нельзя численно описать и сравнить с аналогами:
 - a. Оригинальность данных: разработка будет основана на собственных исследованиях авторов. Планируется морфофункциональное исследование внутриоргannого артериального русла почки и его компонентов. Данные будут получены методом инъекции внутриоргannого артериального русла оригинальной рентгеноконтрастной полимерной смесью, КТ-сканирования и коррозионного удаления паренхимы.
 - b. Индивидуальный подход: разработка позволяет создавать модели артериального русла по данным конкретного пациента или учебного объекта, учитывая индивидуальные особенности строения и функции почек.
 - c. Виртуальная реальность: разработка сможет использовать технологию виртуальной реальности для обучения анатомии сосудистой системы.
4. Сравнительный анализ с российскими и мировыми аналогами: Атласы BioDigital, AnatomyLearning.com, Zygote Body 3D, Интерактивный стол «ПИРОГОВ» имеют низкое качество визуализации сосудистого русла, не позволяют моделировать изменение геометрии сосудов, имеют высокую стоимость.

Конструктивные требования (включая технологические требования, требования по надежности, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту, хранению, упаковке, маркировке и транспортировке):

Технологические требования:

- 3D-модели должны быть построены с использованием микротомографа BRUKER SkyScan 1178.
- Использование методов математического моделирования, компьютерного моделирования и виртуального эксперимента для получения трехмерных виртуальных моделей внутриорганных артериальных русел.
- Разработка нейросетевой программы моделирования внутриорганных артериальных русел.
- Разработка программного обеспечения для интерактивной визуализации и исследования моделей.
- Точность моделирования: не менее 95% соответствия реальным морфометрическим данным.
- Интерфейс пользователя: графический интерфейс, позволяющий выбирать данные из базы, запускать моделирование, просматривать и редактировать модель, сохранять и загружать модель, экспортировать модель в другие форматы.

Требования по эксплуатации:

- Простота использования программных средств визуализации и исследования моделей.
- Возможность экспорта моделей в открытые форматы для дальнейшего использования.

Требования к хранению:

- Возможность доступа пользователей к моделям и ПО через глобальную компьютерную сеть.

Требования к документации:

- Полное описание методики разработки моделей, алгоритмов и программ.
- Руководство пользователя на русском и английском языках.

Требования по патентной защите (наличие патентов), существенные отличительные признаки создаваемого продукта (технологии) от имеющихся, обеспечивающие ожидаемый эффект:

Имеющаяся интеллектуальная собственность:

- Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021622382 Российская Федерация. База данных результатов морфометрии ангиограмм внутриорганных артериальных русел почек человека : № 2021622260 : заявл. 25.10.2021 : опубл. 02.11.2021 / О. Зенин, А. В. Дмитриев, И. С. Милтых, О. О. Юрченко.

- Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021620982 Российская Федерация. Количественная анатомия внутриорганных артериальных русел почки человека : № 2021620806 : заявл. 27.04.2021 : опубл. 18.05.2021 / О. К. Зенин, А. В. Дмитриев, И. С. Милтых, О. О. Юрченко.

- Полимерная рентгенконтрастная смесь для изготовления коррозионных анатомических препаратов: пат. 145561 Украина: МПК A01N 1/02 / Кафаров Э. С. Дмитриев А.В., Зенин О.К., Везирханов А.З., Вагабов И.У., Милтых И.С.; заявл. 09.06.2020; опубл. 28.12.2020, Бюл. № 24. – 6 с.

Планируется зарегистрировать в ФИПС программу для ЭВМ с использованием принадлежащих заявителю баз данных.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ПРОЕКТА В РАМКАХ ДОГОВОРА ПО ПРОГРАММЕ «УМНИК»

Первый этап:

- 1) Исследование количественной анатомии различных морфофункциональных групп, видов и типов бифуркаций внутриорганных артериальных русел почки, их иерархическое положение в структуре русла, у лиц разного пола и возрастной группы в норме;
- 2) Проведение статистического анализа данных морфометрии (описательная статистика, дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы), нейросетевого моделирования;
- 3) Разработка компьютерной программы «3D-Vasculograph v.2», генерирующей геометрические 3D-модели артериального русла на базе морфометрических данных и результатов численного моделирования внутриорганных артериальных русел почки;
- 4) Создание виртуальных (цифровых) моделей различных морфофункциональных групп, видов и типов бифуркаций, а также внутриорганных артериальных русел почки в норме у лиц разного пола и возрастной группы на базе результатов морфометрии;

Второй этап:

- 5) Исследование параметров, количественно характеризующих пропускную, распределительную и опорную функции различных морфофункциональных групп, видов и типов бифуркаций внутриорганных артериальных русел почки у лиц разного пола и возрастной группы в норме;
- 6) Сравнительный анализ значений параметров характеризующих морфометрические и функциональные особенности различных морфофункциональных групп, видов и типов бифуркаций внутриорганных артериальных русел почки у лиц разного пола и возрастной группы в норме;
- 7) Создание веб-сайта, на котором будут представлены виртуальные интерактивные модели различных морфофункциональных групп, видов и типов бифуркаций, а также внутриорганных артериальных русел почки в норме у лиц разного пола и возрастной группы.

КОММЕРЦИАЛИЗУЕМОСТЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕЗУЛЬТАТОВ

Область применения:

Результаты данного проекта имеют заметные перспективы для коммерциализации и применения в различных областях.

Отрасли применения проекта:

1. Медицина и здравоохранение: разработанные цифровые модели внутриорганных артериальных русел и алгоритмы численного моделирования могут быть применены в медицинской практике для более точной диагностики и планирования операций на внутриорганных артериальных руслах и их компонентов. Это позволит улучшить результаты оперативных вмешательств и повысить эффективность лечения различных заболеваний, включая сердечно-сосудистые и онкологические заболевания.
 2. Образование и научные исследования: разработанные в рамках проекта виртуальные и интерактивные модели внутриорганных артериальных русел могут быть использованы в образовательных целях для дистанционного обучения и визуализации сложных анатомических структур. Это поможет студентам и медицинским специалистам лучше понять и изучить анатомию и физиологию внутриорганных артериальных русел.
 3. Биомедицинская инженерия: результаты проекта могут быть использованы в разработке новых медицинских материалов и изделий, применяемых в сосудистой хирургии.
- Проект имеет B2B и B2C бизнес-модель и партнеров, Институт неотложной и восстановительной хирургии им. В. К. Гусака (г. Донецк), Кафедру нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией Чеченского государственного университета и проект Anatomy-Education.ru.

Объем внебюджетных инвестиций, собственных средств и иных источников, источники средств и формы их получения, распределение по статьям:

Материально-технические ресурсы: для успешного получения научно-технического результата данного проекта необходимы следующие материально-технические ресурсы:

- Компьютерное оборудование и программное обеспечение: для разработки программы «3D-Vasculograph v.2» необходимы высокопроизводительные компьютеры с достаточным объемом оперативной памяти и

дискового пространства, наличием видеокарты. Эти ресурсы частично имеются у авторов проекта.

- Медицинское оборудование: для получения морфометрических данных об артериальном русле почки необходимо использовать метод коррозионного препарирования и КТ-сканирования. Эти методы требуют специализированного медицинского оборудования, такого как КТ-сканер и т.д. Эти ресурсы планируется получить в рамках сотрудничества с медицинскими и научно-исследовательскими учреждениями.

Имеющиеся аналоги:

Сравнительный анализ с российскими и мировыми аналогами:

- o BioDigital: это интерактивная 3D анатомический атлас. Программа предоставляет доступ к более чем 10 000 структурам человеческого тела, включая анатомические структуры сосудистой системы.
 - a. Преимущества: бесплатный доступ к базовой версии, поддержка множества языков, возможность создания собственных моделей.
 - b. Недостатки: низкое качество визуализации внутриорганного сосудистого русла паренхиматозных органов.
- o AnatomyLearning.com: это 3D-атлас анатомии человека, который позволяет изучать структуры тела в режиме реального времени. Программа содержит более 4000 анатомических структур, включая сосудистые образования.
 - a. Преимущества: бесплатный доступ к базовой версии, поддержка множества языков, возможность создания собственных моделей.
 - b. Недостатки: низкое качество визуализации внутриорганного сосудистого русла паренхиматозных органов
- o Zygote Body 3D Anatomy Online Visualizer: это онлайн-атлас анатомии человека, который позволяет просматривать и изучать структуры тела в 3D-формате. Программа содержит более 6000 анатомических структур, анатомические образования сосудистой системы.
 - a. Преимущества: бесплатный доступ к базовой версии, поддержка множества языков.
 - b. Недостатки: низкое качество визуализации внутриорганного сосудистого русла паренхиматозных органов
- o Интерактивный стол "ПИРОГОВ": это компьютерная программа для обучения анатомии человека в виде интерактивного стола. Программа содержит более 1000 анатомических структур, включая анатомические структуры сосудистой системы.
 - a. Преимущества: использование интерактивного стола для обучения анатомии, возможность создания собственных моделей.
 - b. Недостатки: низкое качество визуализации внутриорганного сосудистого русла паренхиматозных органов

План коммерциализации проекта:

1. Продуктовая стратегия: основным продуктом проекта является программа "3D-Vasculograph v.2", которая предоставляет возможность визуализации и исследования артериальных бифуркаций внутриорганных артериальных русел. Программа будет доступна для использования в медицинских лечебных и учебных заведениях и может быть лицензирована для коммерческого использования, также возможно лицензирование баз данных коррозионных препаратов, 3D-моделей, морфометрических параметров, цифровых визуальных моделей.
 2. Целевая аудитория: основной целевой аудиторией являются медицинские учреждения; учебные заведения, включая медицинские колледжи, университеты и специализированные образовательные центры. Программа будет предлагаться как инструмент для исследования и обучения в области анатомии и ангиологии.
 3. Источники дохода: Основным источником дохода будет продажа лицензий на использование программы "3D-Vasculograph v.2". Компания также может предоставлять услуги по обучению и консультациям в области использования программы, предоставлять возможность интерактивного платного доступа на портал.
 4. Маркетинговая стратегия: Маркетинговая стратегия будет включать проведение рекламных кампаний, участие в медицинских конференциях и выставках, публикация результатов исследования в научной литературе, а также установление партнерских отношений с медицинскими учебными заведениями.
 4. Способ коммерциализации: продажа подписки физическим лицам, примерная стоимость 349 руб./год; лицензирование программного обеспечения юридическим лицам 3 490 руб./год.
-