



Рисунок 1 – Основной интерфейс Канбан доски

Заключение. В результате выполненной работы спроектирован и реализован рабочий прототип интерактивной Канбан системы на базе Django и чистого JavaScript. Достигнута основная цель: создан инструмент, пригодный для реального планирования задач, демонстрирующий эффективное сочетание серверных технологий и клиентской интерактивности. Практическая значимость подтверждается возможностью использования прототипа в учебных целях или как основы для дальнейшего развития — добавления командной работы, аналитики, мобильного клиента. Проект наглядно показывает, что понимание фундаментальных принципов веб-разработки позволяет создавать конкурентоспособные решения без избыточного усложнения стека технологий.

1 Шонбергер Р. Японские методы управления производством. – М.: Экономика, 1988. – 251 с.
 2 Django documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.djangoproject.com/> (дата обращения: 16.12.2025).
 3 PostgreSQL documentation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.postgresql.org/docs/> (дата обращения: 16.12.2025).
 4 JavaScript // MDN Web Docs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://developer.mozilla.org/ru/docs/Web/JavaScript> (дата обращения: 16.12.2025).
 5 Кухарев, А. А. Архитектура распределенных приложений с клиентом для мобильных платформ / А. А. Кухарев, А. А. Сидоров // Молодость. Интеллект. Инициатива : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов, Витебск, 21 апреля 2017 г. – Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2017. – С. 33-34.

ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К СОЗДАНИЮ АНАТОМИЧЕСКИ ДОСТОВЕРНЫХ 3D-МОДЕЛЕЙ ЛЕГКИХ ДЛЯ ЗАДАЧ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Фролова А.И.,
 студентка 4 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь
 Научный руководитель – Булгакова Н.В., ст. преподаватель

Для повышения качества медицинского образования необходимы современные наглядные пособия. Существующие методы, такие как атласы и анатомические препараты, остаются фундаментом подготовки специалистов, однако не позволяют в полной мере представить пространственные взаимоотношения анатомических структур, тогда как работа с препаратами ограничена их доступностью и невозможностью демонстрации прижизненных свойств тканей. Легкие, с их сложной и разветвленной системой долей, сегментов, бронхов и сосудов, особенно нуждаются в новом подходе к визуализации. В свете этих ограничений, достижения в области 3D-графики и обработки медицинских изображений

предоставляют уникальные возможности для создания интерактивных и анатомически точных моделей. Данная работа нацелена на разработку и обоснование практического метода создания достоверной 3D-модели легких, основанной на данных компьютерной томографии, предназначенной для использования в образовательном процессе.

Материал и методы. В качестве исходных данных была взята серия КТ-снимков пациента LIDC-IDRI-0001 из открытого архива The Cancer Imaging Archive (LIDC-IDRI), представленные в формате DICOM и включающие 133 среза толщиной 1,25 мм. Выбор КТ в качестве источника данных обусловлен высоким контрастом между воздухом (-1000 HU) и легочной тканью (-500...+100 HU). Такая разница в плотности обеспечивает четкое определение границ легочной паренхимы, что является критически важным для точного воссоздания ее геометрии. Исследование состояло из нескольких этапов. На первом этапе проводилась сегментация легочной паренхимы в среде 3D Slicer 5.8 [1; 2]. Для этого применялся метод пороговой сегментации в диапазоне от -1024 HU до -400 HU, с последующей ручной коррекцией для отделения трахеи и главных бронхов. На втором этапе полученная полигональная модель формата STL импортировалась в среду трехмерного моделирования Blender 4.2 (Blender Foundation) для постобработки геометрии [2; 3]. Здесь были применены модификаторы Decimate для уменьшения количества полигонов и Remesh для перестроения топологии и формирования более равномерной сетки, а также применение режима сглаженного затенения Shade Smooth. На третьем этапе создавалась система фотореалистичных материалов на основе концепции физически корректного рендеринга (PBR). Ключевым элементом стала настройка подповерхностного рассеивания Subsurface Scattering (SSS) в шейдере Principled BSDF для имитации оптических свойств биологической ткани. Для создания микрорельефа и неоднородности окраски применялись процедурные текстуры Noise Texture и Voronoi Texture, используемые в качестве масок для вариаций базового цвета, шероховатости поверхности и формирования карты нормалей.

Результаты и их обсуждение. В результате выполненной работы был создан и реализован полный процесс (pipeline) построения фотореалистичной трехмерной модели легочной системы на основе данных компьютерной томографии. Благодаря сегментации, выполненной в программе 3D Slicer, была получена маска легких, на основе которой построена исходная полигональная геометрия [1].

При визуальном сопоставлении с исходными аксиальными КТ-срезами установлено, что полученная реконструкция корректно воспроизводит анатомические контуры органов дыхательной системы. Четко визуализируются правое и левое легкое, их доли, трахея, бифуркация и главные бронхи. Высокая геометрическая точность является важным условием дальнейшего использования модели в образовательных и демонстрационных целях.

Исходная реконструкция, экспортированная из 3D Slicer, содержала избыточное число полигонов (более 2 млн) и имела нерегулярную структуру сетки, характерную для поверхностей, созданных с помощью алгоритма Marching Cubes, применяемого для извлечения изоповерхностей. Благодаря модификатору Decimate количество полигонов удалось снизить приблизительно до 250 тысяч без заметной потери анатомически значимых деталей. Такое уменьшение плотности сетки значительно повышает производительность работы с моделью, облегчая ее использование на стандартном учебном оборудовании. С помощью модификатора Remesh была перестроена топология поверхности, создав более равномерную структуру сетки [2]. Это обеспечило корректную работу сглаженного затенения (Shade Smooth) и подготовило модель к последующему текстурированию, устранив артефакты освещения.

Одним из ключевых этапов стало создание материала, имитирующего оптические характеристики легочной ткани. Для этого в Blender применялся универсальный PBR-шейдер Principled BSDF с активированным параметром подповерхностного рассеивания Subsurface Scattering (SSS). Эта технология воспроизводит распространение света внутри полупрозрачных объектов, позволяя добиться характерной мягкости освещения и легкой прозрачности, присущей биологическим тканям. Параметры радиуса SSS были отрегули-

рованы с акцентом на красный канал, что имитирует просвечивание сосудистой и капиллярной сети через ткань легкого.

Для усиления реалистичности применялись процедурные текстуры (Noise Texture и Voronoi Texture), используемые в качестве масок для варьирования базового цвета, шероховатости поверхности и создания карты нормалей. Это позволило достоверно передать микротекстуру поверхности легочной ткани и междольковых перегородок.

В результате полученная визуализация по степени реалистичности приближена к анатомическим препаратам, оставаясь при этом интерактивной. В образовательных курсах по анатомии и медицинской визуализации она может выступать в качестве интерактивного материала, позволяющего преподавателю вращать модель, масштабировать изображение и визуализировать отдельные структуры легочной системы. Оптимизированная геометрия делает модель пригодной для интеграции в VR- и AR-симуляторы, где ключевым требованием является высокая частота кадров и стабильная производительность.

Заключение. Представлен практический метод построения 3D-реконструкции легких, основанный на данных компьютерной томографии. Предложенный подход сочетает анатомическую точность медицинских изображений и возможности современной компьютерной графики. Разработанная методика постобработки в среде Blender позволяет преобразовать КТ-данные в детализированные интерактивные модели, пригодные в образовательных целях. Перспективным направлением является создание анимированной модели дыхательного процесса.

1 Климович, М. И. Использование в хирургической практике построения 3D моделей на основе КТА-исследований с применением программы 3D Slicer / М. И. Климович, Л. И. Никитина, М. П. Руденков // Радиология - 2025 : XIX Всероссийский национальный конгресс лучевых диагностов и терапевтов, Технопарк Сколково, г. Москва, 27–29 мая 2025 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью «МЕДИ Экспо», 2025. – С. 167.

2 Сегментация артериальных сосудов на основании данных КТ-ангиографии с использованием программы 3D Slicer : Методические рекомендации / М. Р. Коденко, Ю. А. Васильев, А. В. Владимировский [и др.]. – Москва : ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2024. – 64 с.

3 Хохлов, П. В. Основы трёхмерного моделирования в программе Blender 3D: учебное пособие / П. В. Хохлов, В. Н. Хохлова. – Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2022. – 84 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ СТУДЕНТОВ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКОВ ПЕРЕГРУЗКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Хвостюк П.О.,

студент 4 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь

Научный руководитель – Сипаков И.Е., преподаватель

Современная образовательная среда характеризуется высокой интенсивностью учебных процессов, увеличением количества самостоятельных заданий и переходом к смешанным формам обучения. Эти факторы приводят к росту учебной нагрузки студентов, что может вызывать снижение успеваемости, эмоциональное выгорание и риск академического отставания. Несмотря на наличие больших массивов данных об учебной активности, проблема формального описания нагрузки и прогнозирования её критических значений остаётся недостаточно разработанной.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью создания математических моделей, позволяющих количественно оценивать учебную нагрузку, выявлять скрытые зависимости и прогнозировать вероятность перегрузки студентов на основе объективных параметров образовательного процесса.

Цель работы – разработка математической модели интегральной оценки учебной нагрузки студентов и построение функции прогнозирования риска перегрузки на основе динамических характеристик образовательного процесса.

Материал и методы. В исследовании применялся системный анализ, позволивший выделить ключевые факторы, формирующие учебную нагрузку студентов, и установить