

лесоматериалов в окорочных барабанах/ И.В. Григорьев, В.Я. Шапиро, А.Е. Гулько // Научное обозрение, 2012. № 4, С. 154-172.

4. Газизов, А.М. Вариационный метод расчета и стабилизации параметров роторной окорки /А.М. Газизов, В.Я. Шапиро, И.В. Григорьев // Справочник. Инженерный журнал. № 7. 2009. С. 47-51.

5. Куницкая, О.А. Особенности окорки длинномерных сортиментов с учетом сбегания в окорочных барабанах /О.А. Куницкая, Г.Н. Колесников, А.Е. Лукин, Д.Е. Куницкая// Инженерный вестник Дона. № 3. 2015. С. 44-60.

6. Куницкая, О.А. Обоснование направления уточнения математической модели групповой окорки лесоматериалов для условий окорки длинномеров / О.А. Куницкая, А.Е. Лукин / Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 2-2 (13-2). С. 430-433. DOI: 10.12737/11133.

*Куницкая Ольга Анатольевна*, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии лесозаготовительных производств» ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург, РФ

*Лукин Александр Евгеньевич*, аспирант кафедры «Технологии лесозаготовительных производств» ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург, РФ

*Куницкая Дарья Евгеньевна*, аспирант кафедры «Технологии лесозаготовительных производств» ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург, РФ

УДК 004.942

**ПОСТРОЕНИЕ КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОЙ СЕТКИ  
НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА НА  
ОСНОВЕ СНИМКОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ**

**Куручка К.С., Карабчикова Е.А., Стефановский И.Л.**

**DOI: 10.12737/14944**

**Аннотация.** Предлагается алгоритм построения конечноэлементной сетки поверхности поясничного отдела позвоночника на основе данных компьютерной томографии.

**Ключевые слова:** численные методы, метод конечных элементов, триангуляция.

Изучение напряженно-деформированного состояния (НДС) поясничного отдела позвоночника при различных вариациях внешних нагрузок позволяет прогнозировать наличие патологий и способы их лечения [1].

Как правило для исследования сегментов позвоночника в медицинских учреждениях используются такие технологии как компьютерная (КТ), магнитно-резонансная (МРТ) и позитронно-эмиссионная (ПЭТ) томографии. В результате данные представляются набором изображений в специализированном медицинском формате DICOM, содержащем рентгеновскую плотность, которая зависит от физической плотности тканей. Сами по себе снимки не описывают точную геометрию исследуемых объектов. Однако, на основе информации, заключенной в них, возможно синтезирование трехмерных моделей необходимых анатомических структур. Поэтому необходимо преобразовать данные изображения (рис. 1) для определения расчетной области и дальнейшего построения конечноэлементной сетки. Для этих целей предлагается определить границы позвонка на каждом из изображений компьютерной томографии, а после объединить слои в трёхмерную виртуальную модель [2]. На последнем этапе требуется произвести дискретизацию поверхности полученной модели на конечные элементы.

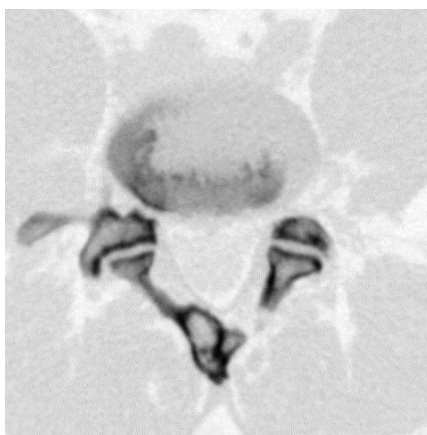


Рисунок 1 – Исходный снимок КТ

Первый этап – предварительная обработка изображения, которая производится с целью подавления помех, при сохранении важных для последующего распознавания элементов изображения.

Второй этап – получение геометрической модели. Для этого необходимо распознать на снимках костную ткань и выполнить контурную сегментация для получения границ. Поскольку цвет на снимке представляет собой плотность изображённого объекта, нахождение костной ткани осуществляется путем подбора оптимального порогового значения и определения по нему принадлежности пикселей изображения к требуемому объекту (рис. 2). Для получения четкого контура объектов на обработанном снимке используется алгоритм контурной сегментации – оператор Лапласа [3], реализованный средствами открытой библиотеки *OpenCV*. Применяя оператор Лапласа на каждом изображении, находятся контуры позвоночника, которые в большинстве случаев представляют собой замкнутые кривые (рис. 3).



Рисунок 2 – Результат выделения костной ткани

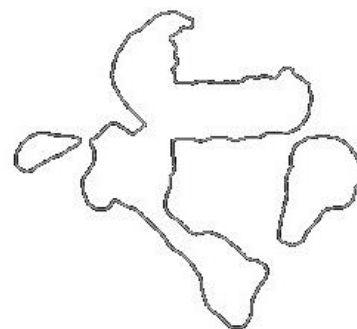


Рисунок 3 – Результат определения границ

Третий этап – нахождение опорных точек, которые берутся за основу при непосредственном построении конечноэлементной сетки. На каждое изображение накладывается мелкая конформная сетка. Пересечения узлов сетки с границами позвоночника обозначаются как опорные точки. В результате получаем набор опорных точек.

Четвертый этап – построение конечноэлементной сетки. Дальнейший процесс дискретизации поверхности виртуальной 3D модели позвоночника сводится к созданию треугольников на основе имеющихся узловых точек двух соседних слоев.

В результате проделанного исследования были разработаны алгоритмы и соответствующий программный продукт для получения из набора снимков компьютерной томографии дискретизированную модель сустава позвоночника (рис. 4). Данная модель обладает практической значимостью, так как строится на индивидуальных характеристиках больного и выступает основой для проведения конечноэлементного анализа. В дальнейшем это позволит смоделировать различные ситуации для каждого конкретного случая и получить данные для последующих исследований.

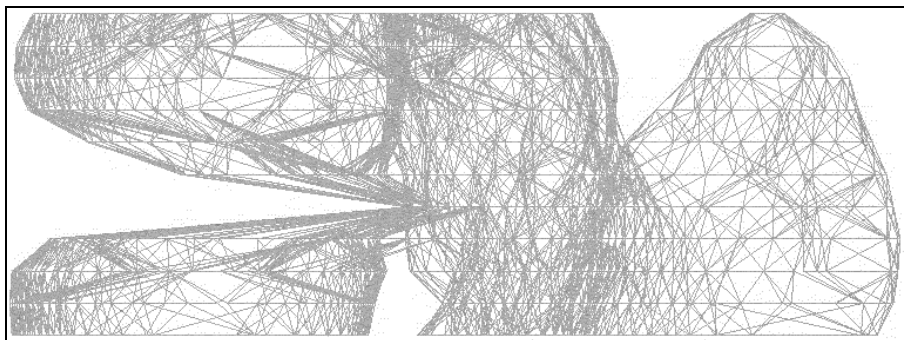


Рисунок 5 – Построенная конечноэлементная сетка

### Список литературы

1. Чуйко, А.Н. Приближенный анализ анатомии, механических характеристик и напряженно-деформированного состояния позвоночника человека / А.Н. Чуйко // Травма. – 2014. – № 6. – Том 15.
2. Курочка, К.С. Технология визуального объектно-ориентированного моделирования сложных систем / Курочка К.С. // Известия Гомельского государственного университета имени Ф.Скорины, 2007г., №5 (44), с. 36-41.
3. Красильников, Н. Н. Цифровая обработка 2D- и 3D-изображений / Н. Н. Красильников // БХВ-Петербург, 2011.

**Карабчикова Екатерина Анатольевна**, студентка 4 курса факультета автоматизированных и информационных систем Гомельского государственного технического университета имени П.О. Сухого, г. Гомель, Беларусь

**Стефановский Игорь Леонидович**, старший преподаватель кафедры «Информационные технологии» Гомельского государственного технического университета имени П.О. Сухого, г. Гомель, Беларусь

**Научный руководитель – Курочка Константин Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационные технологии» Гомельского государственного технического университета имени П.О. Сухого, г. Гомель, Беларусь