

УДК 611.94:611.26:004.94

*В.Г. Дуденко, О.Г. Аврунин, М.Ю. Тымкович, В.В. Куринной*  
*Харьковский национальный медицинский университет*  
*Харьковский национальный университет радиоэлектроники*

## ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ АНАТОМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДИАФРАГМЫ ЧЕЛОВЕКА

В ходе исследования разработано программное обеспечение, позволяющее строить персонализированную модель диафрагмы человека по данным компьютерной томографии. По полученной модели можно выявлять параметры диафрагмы, которые будут использоваться в дальнейших исследованиях.

**Ключевые слова:** компьютерная томография, персонализированная модель диафрагмы, опорные точки.

Построение персонализированной компьютерной модели внутренних органов человека является важной задачей, которую пытаются решить исследователи.

Цель данной работы – построение компьютерной модели диафрагмы человека, которая позволила бы описать строение диафрагмы с учетом индивидуальных особенностей человека.

Исходными данными при построении персонализированной модели диафрагмы являются данные томографического исследования конкретного пациента. Такими данными являются растровые изображения горизонтальных срезов компьютерной томографии (рис. 1), которые содержат информацию, описывающую данный объем, а следовательно, и диафраг-

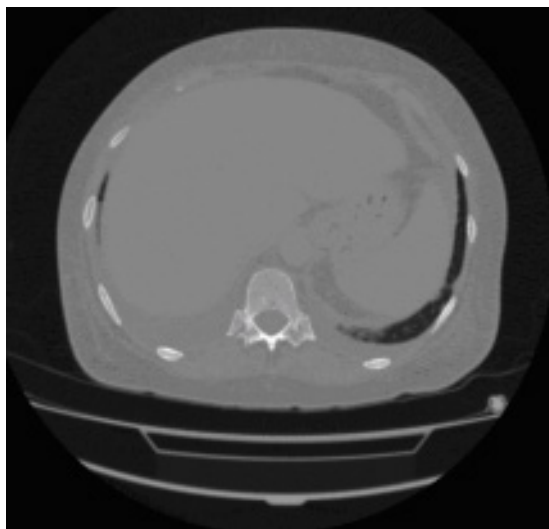


Рис. 1. СКТ-срез на уровне Th12

му. Также необходима другая описательная информация для преобразования данных из виртуального мира в мир реальный, для придания растровой информации значения реальных физических величин. Такую информацию наиболее полно представляет стандарт DICOM, а также его составная часть DICOM-файл [1, 2].

Конфигурацию диафрагмы, исходя из анатомического строения, можно описать с помощью поверхности. Следует принять во внимание, что поверхность, описывающая диафрагму, должна иметь определенные правила построения, которые в последующем позволили бы унифицировать получаемые данные и значит обеспечить основу корректности их репрезентации. Немаловажным параметром модели является также количество описывающих её параметров. С одной стороны, увеличение параметров приводит к более точному описанию, а следовательно, такая компьютерная модель диафрагмы передает индивидуальные особенности в полной мере; с другой – большое количество параметров модели ведет к увеличению влияния ошибок измерения и чрезмерной сложности описания.

Исходя из сказанного, для описания диафрагмы человека использовали 38 опорных точек (рис. 2). Такими опорными точками выбраны 7 сагиттальных срезов по 5 точек в срезе, 2 точки, соответствующие нижним точкам присоединения куполов диафрагмы (фронтальный срез), а также базовая точка – тело S1 позвонка.

© В.Г. Дуденко, О.Г. Аврунин, М.Ю. Тымкович, В.В. Куринной, 2014

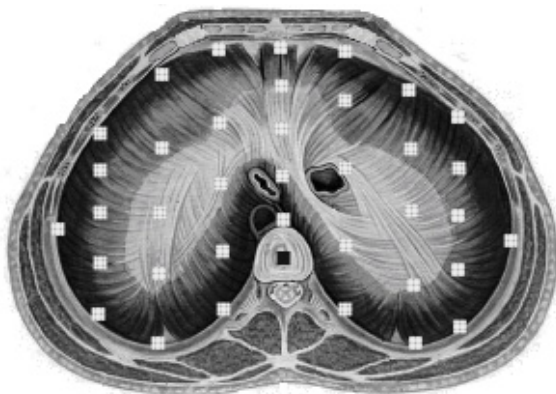


Рис. 2. Схема расположения опорных точек

Положение каждой опорной точки в реальных физических величинах рассчитываются следующим образом [1]:

где  $dx, dy$  – расстояние между пикселями DICOM-изображения;  
 $dz$  – расстояние между DICOM-срезами;  
 $x, y$  – координаты пикселя DICOM-изображения;  
 $z$  – номер среза;

$z$  – координаты опорной точки.  
 Компьютерная модель диафрагмы представляется в виде набора из 56 треугольников (рис. 3), которые задаются 37 опорными точками.

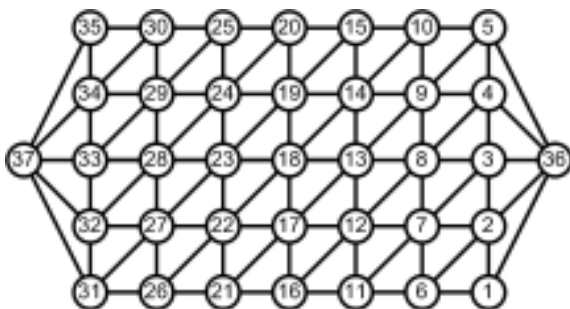


Рис. 3. Схематическое представление модели

Треугольники хранятся в индексном представлении, исходя из массива данных с опорными точками (рис. 4).

Для визуализации анатомической модели диафрагмы (рис. 5) использовали программную библиотеку OpenGL, позволяющую визуализировать трехмерную графику в реальном режиме времени [2–4].

Треугольники				Опорные точки			
№	a	b	c	№	X	Y	Z
1	1	2	36	1	x1	y1	z1
2	2	3	36	2	x2	y2	z2
3	3	4	36	3	x3	y3	z3
[ j   aj   bj   zj ]				[ i   xi   yi   zi ]			
56	37	33	32	36	x36	y36	z36
57	37	34	33	37	x37	y37	z37
58	37	35	34	38	x38	y38	z38

Рис. 4. Индексное описание геометрии модели

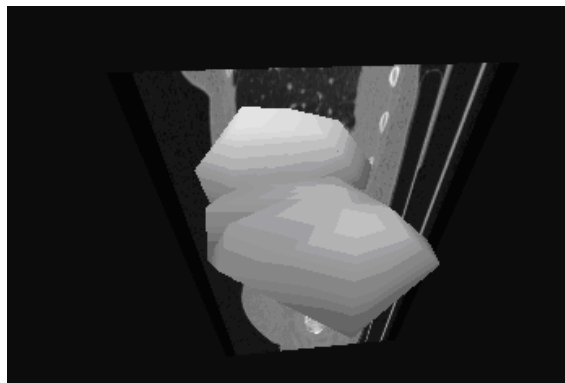


Рис. 5. Визуализация реконструированной модели диафрагмы

На рис. 6 приведено изображение интерфейса разработанного программного обеспечения.

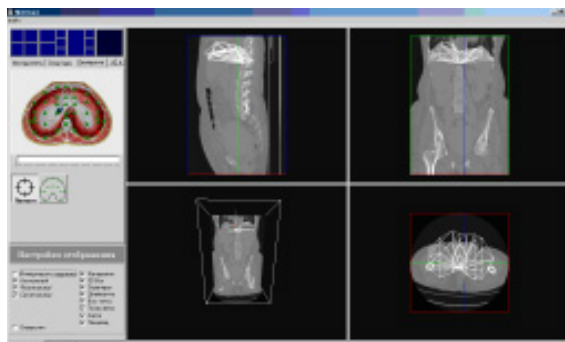


Рис. 6. Интерфейс программного обеспечения по построению персонализированной компьютерной модели диафрагмы

Таким образом, в ходе исследования разработано программное обеспечение, позволяющее строить персонализированную модель диафрагмы человека по данным компьютерной томографии. По полученной модели можно выявлять параметры диафрагмы, которые будут использоваться в дальнейших исследованиях.

### Выводы

1. Данные компьютерной томографии, представленные в формате DICOM, описывают анатомические особенности диафрагмы человека и, следовательно, могут быть использованы при построении персонализированной модели диафрагмы.

2. Реконструированная поверхность диафрагмы человека может быть построена по 38 опорным точкам (с учетом базовой).

**Перспективным для дальнейших исследований** в данной области является уве-

личение количества опорных точек и сравнение моделей для выявления минимального необходимого количества опорных точек, которые позволяют описать индивидуальные особенности человека. Также следует определить максимально необходимое количество опорных точек, ведь их увеличение приводит к громоздкости компьютерной модели, сложности корректного её ввода и интерпретации. Кроме того, следует продолжить выявление индивидуальных признаков диафрагмы.

### Литература

1. Аспекты выбора системы координат при изучении индивидуальной анатомической изменчивости строения человека / В.Г. Дуденко, О.Г. Аврунин, Н.Ю. Тимкович [и др.] // Укр. журн. клін. та лаб. медицини: Всеукр. наук.-мед. журн. – Луганськ. – 2013. – Т. 8, № 3. – С. 38–41.

2. Тимкович М.Ю. Использование DICOM изображений в медицинских системах / М.Ю. Тимкович, О.Г. Аврунин, В.В. Семенец // Техн. електродинаміка. Темат. вип. – 2012 – Т. 4. – С. 178–183.

3. Хилл Ф. OpenGL. Программирование компьютерной графики для профессионалов / Ф. Хилл. – СПб.: Питер, 2002. – 1088 с.

4. Райт Р.С. OpenGL. Суперкнига / Р.С. Райт, В. Липчак. – М.: Вильямс, 2006. – 1040 с.

**В.Г. Дуденко, О.Г. Аврунін, М.Ю. Тимкович, В.В. Курінний**

#### ПОБУДОВА ПЕРСОНАЛІЗОВАНОЇ АНАТОМІЧНОЇ МОДЕЛІ ДІАФРАГМИ ЛЮДИНИ

В ході дослідження розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє будувати персоналізовану модель діафрагми людини за даними комп'ютерної томографії. За отриманою моделлю можна виявляти параметри діафрагми, які будуть використовуватися в подальших дослідженнях

**Ключові слова:** комп'ютерна томографія, персоналізована модель діафрагми, опорні точки.

**V.G. Dudenko, O.G. Avrunin, M.Yu. Tymkovich, V.V. Kurinnoy**

#### CONSTRUCTION OF PERSONALIZED ANATOMIC MODEL OF DIAPHRAGM OF MAN

During research is developed software, allowing to build the personalized of diaphragm of man from data of computer tomography. On the got model it is possible to expose parameters diaphragms which will be used in further researches.

**Key words:** computer tomography, personalized model of diaphragm, points of support.

Поступила 02.04.14