

**РАЗРАБОТКА ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ НА ОСНОВЕ
DICOM ДАННЫХ**

А.А. Исмаилова, М.С. Шкурупий, Ю.М. Черепенников

Научный руководитель: к.ф.-м.н. С.Г. Стучебров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: ai40@tpu.ru

HUMAN LEG 3D-MODEL CREATION BASED ON DICOM DATA

A.A. Ismailova, M.S. Shkurupii, U.M. Cherepennikov

Scientific Supervisor: PhD S.G. Stuchebrov

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin Avenue, 30, 634050

E-mail: ai40@tpu.ru

***Abstract.** This paper describes the process of creating a three-dimensional model of various biological human tissues for the further creation of an anthropomorphic dosimetric phantom of the human leg. The authors proposed a method for simulate human tissues based on tomographic data obtained during CT imaging of the patient. The paper presents the results of creating 3D models of human fat, muscle, bone tissues, and skin that can be used for 3D printing.*

Введение. В настоящее время существует множество методов по борьбе с различными видами онкологических заболеваний, к таким методам относятся: хирургический метод, химиотерапия, гормональное лечение, иммунотерапия, а также лучевая терапия [1]. Основной задачей лучевой терапии является оптимизация параметров облучения с целью доставки максимальной дозы к патологическому очагу и минимизация дозы на здоровые окружающие ткани [2]. Повышению точности доставки дозы будет способствовать применение экспериментального метода планирования лучевой терапии, включающего в себя использование индивидуальных дозиметрических фантомов, изготовленных из тканеэквивалентных материалов, а также учитывающих анатомические особенности, локализацию и форму опухоли конкретного пациента. В работе [3] предложен способ изготовления таких фантомов с помощью технологий трехмерной печати. Для этого необходимо создать цифровую модель фантома, пригодную для работы с установками трехмерной печати [4]. Таким образом, целью данного исследования является создание трехмерной модели нижней конечности человека на основе томографических данных конкретного пациента в формате STL, пригодном для изготовления изделий методами трехмерной печати.

Материалы и методы. На первом этапе работы на медицинском компьютерном томографе Siemens Somatom Emotion были получены томографические данные нижней конечности человека с опухолевым очагом, расположенном в толще мышц [5]. Томографические данные были представлены в формате DICOM [6], использующимся для создания, хранения, передачи и визуализации медицинских изображений [7]. После чего полученные КТ-снимки были обработаны с помощью программного обеспечения InVesalius3.0 [8], которое позволяет создать трехмерную модель объекта. На

заключительном этапе работы была проведена дополнительная обработка полученных моделей в графическом программном обеспечении AdobeMeshmixer, позволяющем скорректировать артефакты и сделать модель пригодной для трехмерной печати [9].

Результаты и обсуждения. Принимая во внимание тот факт, что предложенный индивидуальный дозиметрический фантом должен поглощать дозу аналогично реальному объекту, необходимо создать составную модель, позволяющую имитировать биологические ткани разными материалами при печати [10]. Для рассматриваемого объема томографических данных в программе InVesalius 3.0 были созданы трехмерные модели кожи и жировой, мышечной, костной тканей человека (рисунок 1), путем выделения соответствующего диапазона КТ-индексов, т.е. наложения на изображения так называемых масок.

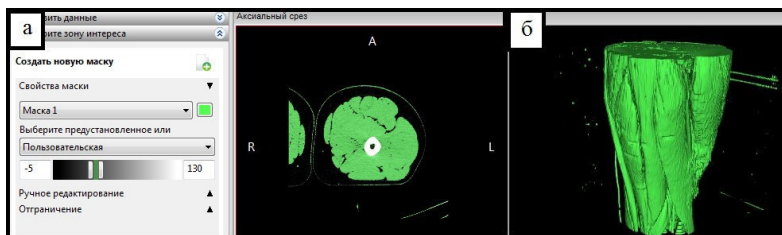


Рис. 1. Процесс обработки томографических данных в программе InVesalius 3.0: а) создание маски мышечной ткани; б) внешний вид полученной 3D-модели мышечной ткани

3D-модели разных биологических тканей, полученные в программе InVesalius 3.0, не пригодны для изготовления моделей методами трехмерной печати, так как имеют ряд дефектов в виде шероховатой поверхности и наличия дополнительных включений [9].

Для исключения подобных недостатков была проведена дополнительная обработка полученных трехмерных моделей с помощью программного обеспечения AdobeMeshmixer. В данном программном обеспечении содержится ряд инструментов, позволяющих сглаживать шероховатости или удалять лишние объекты, а также сохранять анатомические сквозные отверстия. На рисунке 2 представлен процесс редактирования на примере трехмерной модели кости человека.

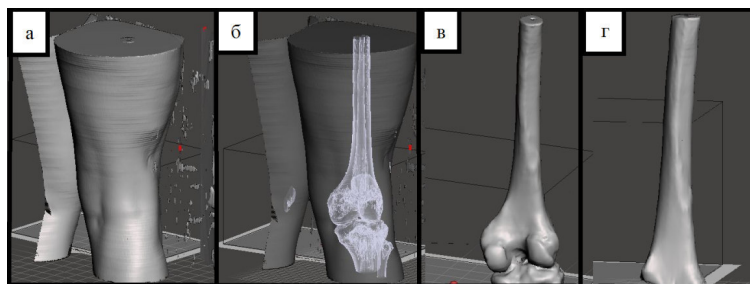


Рис. 2. Процесс редактирования 3D-модели в программе AdobeMeshmixer: а) 3D-модель нижней конечности; б) выделение кости; в) исходная и г) отредактированная 3D-модели кости

После обработки в программе AdobeMeshmixer были получены трехмерные модели, пригодные для изготовления изделий методами трехмерной печати (рисунок 3).

Из рисунка 3, г видно, что даже дополнительное редактирование трехмерной модели кожного покрова является недостаточным для устранения всех артефактов, обусловленных маленькой толщиной кожи и наличием множества сосудов, проходящих в слое эпидермиса. В дальнейшем необходимо провести ряд дополнительных исследований по созданию трехмерной модели кожного покрова человека.

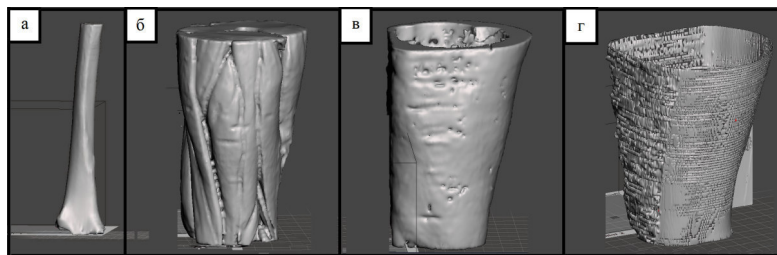


Рис.3. 3D-модели полученные в программе AdobeMeshmixer для: а) костной ткани; б) мышечной ткани; в) жировой ткани; г) кожи

Заключение. В рамках работы были обработаны томографические данные нижней конечности человека с опухолевым очагом и созданы трехмерные модели костной, мышечной и жировой тканей, пригодные для устройств трехмерной печати. Показано, что для создания корректной модели кожного покрова необходимо провести дополнительные исследования по устранению артефактов модели. Продолжением настоящей работы станет создание трехмерных моделей других частей тела человека с целью изготовления индивидуальных дозиметрических фантомов методами трехмерной печати.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bernier J., Hall E. J., Giaccia A. Radiation oncology: a century of achievements //Nature Reviews Cancer. – 2004. – V. 4. – №. 9. – P. 737.
2. Molineu A. et al. Design and implementation of an anthropomorphic quality assurance phantom for intensity-modulated radiation therapy for the Radiation Therapy Oncology Group //International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics. – 2005. – V. 63. – №. 2. – P. 577-583.
3. Красных А. А. и др. Разработка способа экспериментальной верификации дозиметрического планирования лучевой терапии / /Сборник материалов XII Всероссийской конференции молодых ученых-онкологов, посвященной памяти академика РАМН Н.В.Васильева «Актуальные вопросы фундаментальной и клинической онкологии», 27–28 апреля 2017 г., г. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2017. – 150 с.
4. Buynak M., Song L. K., Dufeu D. 3D Methods for Medical Education and Clinical Practice //The FASEB Journal. – 2017. – Т. 31. – №. 1_supplement. – С. 736.4-736.4.
5. SOMATOM Emotion 6/16 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://w5.siemens.com/web/ua/ru/medecine/detection_diagnosis/computed_tomography/multislice_ct/somatom_emotion/pages/emotion.aspx.
6. Suapang P., Dejhan K., Yimmun S. Medical image compression and DICOM-format image archive //ICCAS-SICE, 2009. – IEEE, 2009. – P. 1945-1949.
7. Grauer D., Cevidanes L. S. H., Proffit W. R. Working with DICOM craniofacial images //American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. – 2009. – V. 136. – №. 3. – P. 460 - 470.
8. Martins T. et al. InVesalius: three-dimensional medical reconstruction software //Virtual and rapid manufacturing. – 2007. – P. 135-141.
9. Meshmixer [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.meshmixer.com/>.
10. Quach K. Y. et al. Measurement of radiotherapy X-ray skin dose on a chest wall phantom //Medical physics. – 2000. – V. 27. – №. 7. – P. 1676-1680.