

ВЫБОР СРЕДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАПРАВЛЕННОЙ КОНТАКТНОЙ ДИАТЕРМИИ НА БИОТКАНЬ

Новицкая А.Е.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Камлач П.В. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Выполнен анализ программных сред моделирования, позволяющих создавать физические модели воздействия на биоткань. Произведен анализ сред моделирования универсального и общецелевого, специализированного назначения, по выделенным общим и частным, для исследуемой модели, критериям. В результате работы выбрана среда моделирования COMSOL Multiphysics, характеризующаяся наибольшей эффективностью применительно к созданию и анализу модели воздействия направленной контактной диатермии на биоткань.

Ключевые слова: направленная контактная диатермия, TR-терапия, TECAR-терапия, среда моделирования.

Введение. Направленная контактная диатермия, также известная как TECAR-терапия или TR-терапия, является одним из передовых лечебно-профилактических методов физиотерапии. Для исследования процессов, происходящих в биотканях при воздействии на них направленной контактной диатермии, необходимо создать модель, отображающую результат применения TR-терапии. Для достижения поставленной цели материал в работе представлен следующим образом. Представляется и используется система оценки соответствия множеству критериев, состав и приоритеты которых определены в соответствии с областью исследования и целями моделирования. Далее осуществляется выбор и представление краткой характеристики распространенных средств моделирования, как общего, так и специализированного назначения. Результаты анализа полученных результатов позволяют выбрать эффективную среду моделирования [1].

Основная часть. Направленная контактная диатермия — это направленное высокочастотное электромагнитное воздействие на клеточном уровне, которое улучшает метаболизм в поврежденных тканях, запускает естественный процесс восстановления и ускоряет регресс воспалительных процессов, что способствует мгновенному анальгетическому эффекту и повышению эффективности лечения. Современные аппараты позволяют доставить энергию текар в поверхностные и глубокие ткани, и тем самым решать целый спектр медицинских задач [2]. В настоящее время аппараты TR-терапии представлены только зарубежными компаниями (Испания, Италия, Великобритания). Наиболее часто TECAR-терапия находит применение в области спортивной медицины для быстрой реабилитации спортсменов. Этот факт свидетельствует о том, что диатермия один из наиболее эффективных методов в области физиотерапии. Поэтому актуально исследовать метод направленной контактной диатермии, описать его особенности, что позволит создать базу для разработки данного вида медицинского оборудования в качестве отечественного аналога.

Мультифизическая модель в контексте воздействия направленной контактной диатермии на биоткань объединяет описания физических явлений, происходящие при применении данной терапии [3]. При создании модели биоткани необходимо учитывать свойства всех составляющих ее частей: кожи, жировой ткани, мышечной ткани, костной ткани. Это позволит наиболее точно описать процессы, происходящие в биоткани при применении TECAR-терапии. Для получения верных результатов исследования

необходимо разработать методику моделирования направленной контактной диатермии. Для решения данных задач важным является определить наиболее подходящую среду моделирования.

Выбор эффективной среды моделирования объекта требует анализа распространенных в Беларуси и за рубежом систем на основе дискретно-событийного метода моделирования [4-6]. Выбор дискретно-событийного моделирования обусловлен возможностью точного описания принципов функционирования и поведения объекта исследования. Система моделирования должна удовлетворять возможностям решения задач: создания модели биоткани; моделирования воздействия направленной контактной диатермии на биоткань; визуализации результатов исследования.

Система моделирования как программное обеспечение должна удовлетворять общим требованиям: доступности для некоммерческого использования, кросс-платформенности, возможности разработки отдельного приложения-модели [1]. Для достижения поставленной цели были рассмотрены программы MATLAB, Sim4Life, COMSOL Multiphysics.

MATLAB – это инструмент для анализа данных, моделирования и решения разнообразных задач в области математики, инженерии и других наук. MATLAB позволяет создавать и решать математические модели, описывающие физические и инженерные системы, есть возможность проводить симуляции и оптимизацию различных процессов. Программа предоставляет возможность построения двух- и трехмерных графиков, динамических анимаций, есть возможность визуализировать результаты исследований и анализов. MATLAB включает богатую библиотеку для обработки данных, линейной алгебры, преобразования Фурье и других математических функций, поддерживает объектно-ориентированное программирование. MATLAB может применяться в различных областях в научных исследованиях и инженерных разработках, в нейронных сетях, обработке сигналов, медицинской диагностике и других областях [7].

Недостатками MATLAB являются необходимость изучения специального языка программирования MATLAB для работы с программой, также MATLAB позволяет создать математическую модель биоткани, однако, для более точного и специализированного моделирования биологических тканей, рекомендуется использовать специализированные инструменты мультифизического моделирования.

Sim4Life – это программное обеспечение для моделирования физиологии и анатомии человека. Оно предоставляет возможность создавать компьютерные модели, которые помогают изучать воздействие различных факторов на биоткань. Sim4Life интегрирует высоко-разрешенные компьютерные фантомы, включая виртуальные фантомы человека и животных. Фантомы обладают подмиллиметровым разрешением и сотнями тканей с учетом их материальных свойств. Программа позволяет создавать динамические модели тканей, что важно для изучения физиологических процессов. Sim4Life можно использовать для моделирования воздействия различных факторов на биоткань, таких как электромагнитные поля, тепловое воздействие и другие [8].

Основным недостатком Sim4Life является отсутствие доступа к программе для некоммерческого использования в Беларуси.

COMSOL Multiphysics – это программное обеспечение для мультифизического моделирования. С его помощью можно моделировать реальные системы, устройства и процессы, учитывая различные физические взаимодействия. COMSOL Multiphysics позволяет моделировать полностью сопряженные и отдельные физические процессы. Возможно создавать математические модели, описывающие реальные явления. COMSOL предоставляет полный набор инструментов для моделирования - от геометрии до визуализации и анализа результатов. Программа позволяет создавать собственные приложения для моделирования с помощью Application Builder. COMSOL Multiphysics используется в различных областях, таких как электродинамика, механика, гидродинамика,

теплопередача, химия и электрохимия. Преимуществом программы является ее наличие в Беларуси в свободном доступе для некоммерческого использования [9].

Недостатком COMSOL Multiphysics является сложность изучения программы.

Наиболее подходящим вариантом для моделирования воздействия направленной контактной диатермии на биоткань является программа COMSOL Multiphysics. Преимущество данной среды моделирования заключается в том, что она содержит в себе весь необходимый функционал для решения мультифизических задач, включая моделирование и исследование метода направленной контактной диатермии. В сравнении с другими рассмотренными программами COMSOL Multiphysics наиболее точно отвечает поставленным запросам. Одним из важных факторов является то, что COMSOL Multiphysics находится в свободном доступе.

Заключение. Рассмотрены три среды моделирования: MATLAB, Sim4Life, COMSOL Multiphysics. Определены основные достоинства и недостатки данных программ. В результате сравнительного анализа доступных сред моделирования, для моделирования воздействия направленной контактной диатермии на биоткань выбрана программа COMSOL Multiphysics.

Список литературы

1. Выбор среды имитационного моделирования информационно-управляющих сетей/ С. А. Даденков, Е. Л. Кон // ВЕСТНИК ПЕРМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА – 2019. – Vol. 1, № 44
2. Области применения и возможности оборудования Indiba [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://indiba.by>. Дата доступа: 24.03.2024.
3. ANSYS MULTIPHYSICS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://advtech.tech/software/platforma/multiphysics-simulation/>. Дата доступа: 24.03.2024.
4. Плотников А.М., Рыжиков Ю.И., Соколов Б.В. Современное состояние и тенденции развития имитационного моделирования в Российской Федерации // Труды СПИИРАН. СПб.: ФГБУН СПИИРАН, 2013. № (25). С. 42-112.
5. Борщев, А.В. Применение имитационного моделирования в России — состояние на 2007 г. // Имитационное моделирование. Теория и практика: сб. докл. III Всерос. науч.-практ. конф. по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности ИММОД-2007. СПб.: ФГУП ЦНИИТС, 2007. Т. 1. С. 11-16.
6. Девятков В. В. Методология и технология имитационных исследований сложных систем: современное состояние и перспективы развития: моногр. М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М., 2014. 448 с.
7. MATLAB for Artificial Intelligence [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mathworks.com>. Дата доступа: 24.03.2024.
8. Щербаков, Д. О. Обзор цифровой платформы для моделирования Sim4Life // Электронные системы и технологии: сборник материалов 57-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 19-23 апреля 2021 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники; редкол.: Д. В. Лихаческий [и др.]. – Минск, 2021. – С. 286–288..
9. Моделирование — в массы [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://habr.com/ru/companies/dell_technologies/articles/406841/. Дата доступа: 24.03.2024.

UDC 004.942

CHOICE OF MODELING ENVIRONMENT TO CREATE A MODEL OF THE IMPACT OF DIRECTED CONTACT DIATHERMY ON BIO-TISSUE

Novitskaya A. E.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kamlach P.V. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ETT

Annotation. An analysis of software simulation environments has been carried out, allowing the creation of physical models of the impact on biological tissue. An analysis was made of modeling environments for universal and general-purpose, specialized purposes, according to the selected general and specific criteria for the model under study. As a result of the work, the COMSOL Multiphysics modeling environment was selected, which is characterized by the greatest efficiency in relation to the creation and analysis of a model of the effect of directed contact diathermy on biological tissue.

Keywords: directed contact diathermy, TR-therapy, TECAR-therapy, simulation environment.