

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский технологический
университет «МИСиС»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по дополнительному образованию

В.Л. Петров

_____ 2021 г.



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Компьютерное моделирование изделий медицинского назначения»
НАПРАВЛЕННОСТЬ: ТЕХНИЧЕСКАЯ**

Уровень: вводный

Возраст обучающихся 14 - 18 лет

Срок реализации: 24 академических часа

Составитель (разработчик):

Львов Владислав

инженер научного проекта «НОЦ БиоИнж»

Москва

2021 год

1. Пояснительная записка

1.1 Характеристика дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Компьютерное моделирование изделий медицинского назначения» (далее - Программа), определяет содержание дополнительного образования по сопровождению инженерных классов в школах г. Москвы. Программа реализуется Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» (далее – НИТУ «МИСиС», Университет), разработана в соответствии с Уставом НИТУ «МИСиС» с целью формирования у школьников позитивного восприятия инженерных специальностей.

Направленность программы - техническая. Программа направлена на привлечение учащихся к современным методам компьютерного моделирования, биоинженерии и медицины.

Уровень освоения – вводный. Программа предполагает в простых терминах и на понятном языке донести основы компьютерного моделирования и испытаний медицинских изделий, выработать логику проведения анализа поставленной задачи на примерах ортопедических изделий.

Актуальность и педагогическая целесообразность программы. Программа «Компьютерное моделирование изделий медицинского назначения» обеспечивает расширение кругозора, интеграцию знаний по материаловедению, биологии, медицине и предоставляет возможность организовать опережающее обучение технической направленности в соответствии с современными требованиями, предъявляемыми системой образования Российской Федерации.

Идея курса состоит в формировании активного и квалифицированного исследователя в области биоинженерии, способного разрабатывать различные типы медицинских изделий в зависимости от предъявляемых требований.

Развитие научно-технического и творческого потенциала личности школьника при освоении программы происходит преимущественно за счёт прохождения через интеллектуальные, творческие задачи, требующие анализа и подбора инструментов для оптимального решения этих задач. Программа разработана с опорой на общие педагогические принципы: актуальность, системность, последовательность, преемственность и конкретность, а также индивидуальность, с учетом возраста и интеллектуальных возможностей детей. Направленность, выделение главного, существенного в образовательной работе, доступность и результативность.

Отличительной особенностью программы является то, что она реализуется в короткие сроки за счет нестандартных методов изучения материала, простого объяснения сложных явлений в междисциплинарных связях физики, биологии, компьютерного моделирования и медицины. Это поддерживает высокую мотивацию обучающихся и результативность занятий.

1.2 Цель и задачи программы

Цель программы. Формирование и развитие у обучающихся интеллектуальных и практических компетенций в области современных методов работы с CAD системами, компьютерного моделирования, структурного анализа материалов. Сформировать понимание роли дизайна медицинского изделия и материала в решении проблем реконструктивной хирургии.

Задачи программы

Обучающие:

- знакомство с основами моделирования Autodesk Fusion 360;

- знакомство с основами работы с компьютерной томографией;
- знакомство с этапами создания индивидуализированного имплантата;
- знакомство с закономерностями взаимодействия имплантата и живого организма;
- формирование устойчивой мотивации к дальнейшему изучению исследуемых объектов.

Развивающие:

- формирование практических навыков работы с CAD системами;
- развитие творческого и инженерного мышления;
- овладение навыками анализа и разработки инженерных конструкций;
- развитие психофизиологических качеств обучающихся: память, внимание, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном;
- формирование навыков аргументированного отстаивания своей точки зрения, принятия решения и представление своей идеи посредством речи, иллюстраций и т.д.

Воспитательные:

- формирование умения работать в команде, вести дискуссию и корректно отстаивать свое мнение;
- формирование профессионально значимых и личностных качеств: чувства общественного долга, трудолюбия, коллективизма, организованности, дисциплинированности;
- формирование творческого отношения к выполняемой работе.

Категория учащихся

Программа предназначена для обучающихся в возрасте 14 – 18 лет.

Сроки реализации программы, общее количество часов:

Сроки реализации программы – 24 академических часа.

Формы организации образовательной деятельности и режим занятий

Формы организации образовательной деятельности. Занятия проводятся в группах, включая самостоятельную работу, численный состав – не более 15 человек.

Режим занятий. Занятия проводятся 1 раз в неделю по 3 академических часа.

Планируемые результаты освоения программы

Результаты обучения: по окончании вводного курса учащиеся будут:

- знать теоретические основы компьютерного моделирования в CAD системах;
- знать теоретические основы работы с компьютерной томографией;
- знать историю и развитие компьютерного моделирования и 3D-печати в ортопедической хирургии;
- знать требования к материалам и изделиям, функционирующим в организме человека;
- знать основные методы 3D-печати;
- уметь проектировать на базовом уровне твердотельные модели;
- уметь проводить на базовом уровне симуляцию испытаний твердотельных моделей;
- уметь аргументированно и корректно отстаивать свою точку зрения;
- уметь работать в команде и согласованно принимать решения;

– уметь творчески представлять свои идеи при помощи вербальных и иных средств передачи информации.

Результаты воспитывающей деятельности: учащиеся будут:

– иметь представление о работе в команде, введение дискуссии и корректно отстаивать свое мнение;

– иметь представление о формировании профессионально значимых и личностных качеств: чувства общественного долга, трудолюбия, коллективизма, организованности, дисциплинированности;

– понимать способы творческого подхода к выполняемой работе.

2.Содержание программы

2.1 Учебно-тематический план

№ п/п	Раздел / Тема	Количество часов			Форма аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практические занятия	
1	Введение в 3D-печать – прошлое, настоящее и будущее	3	2	1	
2	Введение в CAD систему Autodesk Fusion 360.	3	1	2	Практическая работа
3	Эскизы. Твёрдотельные модели.	3	1	2	Практическая работа
4	От изображений КТ и МРТ до моделей, напечатанных на 3D-принтере.	3	1	2	Практическая работа
5	Создание имплантата в форме цилиндра и конуса	3	-	3	Практическая работа
6	Создание имплантата сложной формы.	3	-	3	Практическая работа
7	Введение в Autodesk Fusion 360 Simulation.	3	1	2	Практическая работа
8	Проведение испытаний на сжатие в среде Simulation	3	-	3	Творческая работа
Итоговая аттестация проводится на основании совокупности выполненных промежуточных практических работ.					Зачтено / не зачтено
Всего		24	6	18	

2.2 Содержание учебного (тематического) плана

1. Введение в 3D-печать – прошлое, настоящее и будущее.

Теория (2 ч.). История, настоящее состояние и возможное будущее 3D-печати в медицине и ортопедии.

Практика (1 ч.) Обсуждение основных предпосылок, технологий, материалов и процессов, которые в совокупности лежат в основе 3D-печати.

2. Введение в CAD систему Autodesk Fusion 360.

Теория (1 ч.) Интерфейс Autodesk Fusion 360

Практика (2 ч.). Знакомство с интерфейсом Autodesk Fusion 360.

3. Эскизы. Твёрдотельные модели.

Теория (1 ч.) Эскизы. Твёрдотельные модели.

Практика (2 ч.). Работа с инструментами эскиза и твёрдотельного моделирования. Создание и редактирование трёхмерных твёрдых тел с использованием команд *Extrude*, *Revolve*, *Loft*, *Sweep* и т.д.

Планируемые результаты: Учащиеся научатся создавать и редактировать эскизы на основе линий, кругов, эллипсов и многоугольников. Научатся создавать и редактировать трёхмерные твёрдые тела с использованием команд *Extrude*, *Revolve*, *Loft*, *Sweep* и т.д.

4. От изображений КТ и МРТ до моделей, напечатанных на 3D-принтере

Теория (1,5 ч.) Обработка изображений КТ и получение 3D-модели. Импорт и обработка 3D-модели в Autodesk Fusion 360

Практика (1,5 ч.). Проводится обработка изображения КТ кости и получение 3D-модели с импортом во Fusion 360 Autodesk.

Планируемые результаты. Учащиеся познакомятся с процессом обработки изображений КТ и получения трёхмерных моделей.

5. Создание имплантата в форме цилиндра и конуса

Практика (3 ч.). Создание эскиза для цилиндра. Создание плоскостей на поверхности цилиндра. Создание отверстий под винты. Используются команды: *Center Diameter Circle*, *Sketch Dimension*, *Offset Plane*, *Tangent Plane*, *Center to Center Slot*, *Rectangular Pattern*, *Extrude*, *Ellipse*, *Offset Plane*, *Loft*.

Планируемые результаты. Научатся строить имплантаты в форме цилиндра на основе модели из КТ, используя функцию *Create Sketch* и команды *Sketch Dimension*, *Offset*, *Extrude*. Научатся строить имплантаты в форме конуса на основе модели из КТ, используя функцию *Create Sketch* и команды *Ellipse*, *Offset Plane*, *Loft*.

6. Создание имплантата сложной формы

Практика (3 ч.). Создание эскиза. Создание 3D-модели сложной формы. Создание полости внутри 3D-модели. Создание отверстий под винты.

Планируемые результаты. Научатся строить имплантаты в форме конуса на основе модели из КТ, используя функцию *Create Sketch* и команды *Ellipse*, *Offset Plane*, *Loft*, *3-Point Arc*.

7. Введение в Autodesk Fusion 360 Simulation.

Теория (1 ч.) Задачи выполняемые Fusion 360 Simulation.

Практика (2 ч.). Знакомство с интерфейсом. Типы исследований в среде Simulation. Исследование Static Stress. Проверка спроектированных имплантатов. Проведение статического исследования на типовых примерах.

Планируемые результаты. Учащиеся узнают на базовом уровне, как использовать инструмент проверки, который помогает понять, как спроектированный объект работает в определенных условиях. Научатся переходить в среду *Simulation* и проводить *Static Stress* на

типовых примерах, задавать материалы, нагрузки и ограничения. Проводить анализ полученных результатов.

Тема 8. Проведение испытаний на сжатие в среде Simulation.

Практика (3 ч.). Переход в среду Simulation. Проведение испытаний на сжатие имплантатов в форме цилиндра, конуса и сложной формы. Анализ результатов испытаний.

Планируемые результаты. Научатся проводить симуляцию испытаний на статическое сжатие на основе модели из КТ, используя функции *Structural Constrain, Structural Loads, Results* и команды *Study Materials, Fixed, Load, General Mesh, Solve*.

3. Формы и виды контроля и оценочные материалы

3.1. Виды контроля:

– предварительный контроль. Проводится в начале реализации программы в виде входного тестирования;

– текущий контроль. Будет проводиться с целью непрерывного отслеживания уровня усвоения материала и стимулирования учащихся. Для реализации текущего контроля в процессе объяснения теоретического материала преподаватель обращается к учащимся с вопросами и дает им короткие задания.

– итоговый контроль. Творческая работа

3.2. Требования к оценке творческой работы

Работа оценивается положительно, если:

– характеризуется оригинальностью идей и исследовательским подходом;

– прослеживаются творческий подход к решению проблемы, имеются собственные предложения;

– результаты работы свидетельствуют о самостоятельности ее выполнения.

3.3. Формы и содержание итоговой аттестации:

Проводится на основании совокупности выполненных промежуточных практических работ текущего и итогового контроля.

Критерии оценки достижения планируемых результатов

Уровни освоения программы	Результат
Высокий уровень освоения программы	Учащиеся демонстрируют высокую заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание программы. На итоговом тестировании показывают отличное знание теоретического материала, практическое применение знаний воплощается в качественный продукт
Средний уровень освоения программы	Учащиеся демонстрируют достаточную заинтересованность в учебной, познавательной и творческой деятельности,

	составляющей содержание программы. На итоговом тестировании показывают хорошее знание теоретического материала, практическое применение знаний воплощается в продукт, требующий незначительной доработки
Низкий уровень освоения программы	Учащиеся демонстрируют низкий уровень заинтересованности в учебной, познавательной и творческой деятельности, составляющей содержание программы. На итоговом тестировании показывают недостаточное знание теоретического материала, практическая работа не соответствует требованиям

Оценивание: зачтено / не зачтено.

4. Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1. Материально-технические условия реализации программы

ПЭВМ по количеству учащихся (желательно ноутбук) с операционной системой Windows 8 и Windows 10 (Windows RT не поддерживается). Минимальные системные требования:

- Операционная система Windows (8.1, 10) или MacOS (11.x, 10.15, 10.14)
- 4 ГБ оперативной памяти
- Процессор 1.7 ГГц
- 3 ГЮ свободного дискового пространства
- Разрешение экрана 1366 x 768
- Microsoft Silverlight 5.0

4.2. Кадровое обеспечение программы

Программу реализует педагог дополнительного образования: Львов Владислав Александрович – инженер научного проекта НОЦ БиоИнж НИТУ «МИСиС», аспирант кафедры ФХ;

4.3. Учебно-методическое обеспечение программы

1. Салимон, А.И. Компьютерное моделирование материалов медицинского назначения [Текст]: метод. рекомендации по использованию программного обеспечения Autodesk Fusion 360 / А.И. Салимон, В.А. Львов. М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2020.
2. Большаков, В. Твердотельное моделирование в CAD системах: AutoCad, КОМПАС-3D, SolidWorks / В. Большаков, А. Бочков, Ю. Лячек. СПб. : Питер., 2015
3. Dipaola M., Wodajo F. 3D Printing in Orthopaedic Surgery, 2019 Elsevier.

4. Myer, Kutz. Biomedical Engineering and Design Handbook. Second Edition, 2009. The McGraw-Hill Companies
5. Rybicki F.J., Grant T.G. (eds.) 3D Printing in Medicine. A Practical Guide for Medical Professionals.
6. Redwood Ben, Schoffer Filemon, Garret Brian. The 3D Printing Handbook, 2017. 3D Hubs B.V.
7. Портал Autodesk Knowledge Network: <https://knowledge.autodesk.com/>