

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

УТВЕРЖДАЮ



И.о проректора по образованию

Ю.И. Ришко

«20» августа 2024 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

Биомедицинская инженерия и биофабрикация

НАПРАВЛЕННОСТЬ: ТЕХНИЧЕСКАЯ

Уровень: ознакомительный

Возраст обучающихся 14 - 18 лет

Срок реализации: 36 академических часов

Составитель (разработчик):

Зеленова Э.Д.

сотрудник научно-образовательной лаборатории
тканевой инженерии и регенеративной медицины
НИТУ МИСИС

г. Москва
2024 год

1. Пояснительная записка

1.1. Характеристика образовательной программы

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа дополнительного образования детей и взрослых, реализуемая Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (далее – НИТУ МИСИС, Университет МИСИС, Университет) «Биомедицинская инженерия и биофабрикация» (далее – ДОП «Биомедицинская инженерия и биофабрикация», программа), разработана на основе и в соответствии с нормативно-правовыми документами:

- Федеральный Закон РФ от 29.12.2012 г. № 273 «Об образовании в Российской Федерации» (в редакции Федерального закона от 31.07.2020 № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся») (далее – 273-ФЗ);

- Приказ Министерства Просвещения Российской Федерации от 30.09.2020 г. № 533 «О внесении изменений в порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утверждённый приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. № 196»;

- Приказ Министерства Просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 г. № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 сентября 2020 г. № 28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи»;

- Письмо Министерства образования и науки РФ от 18.11.2015 г. № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»;

- Приказ Департамента образования города Москвы № 922 от 17.12.2014 г. «О мерах по развитию дополнительного образования детей» (в редакции от 07.08.2015 г. № 1308, от 08.09.2015 г. № 2074, от 30.08.2016 г. № 1035, от 31.01.2017 г. № 30, от 21.12.2018г. № 482);

- Локальные нормативные акты по образовательной деятельности Университета.

Направленность программы: техническая.

Уровень освоения: ознакомительный.

В рамках программы предполагается объяснение основных понятий, направленных на исследование. Предполагается проведение познавательных лекций и решение задач с применением школьного математического аппарата и проведение экспериментов.

Новизна программы заключается в её технической направленности. Школьный курс технических предметов полагается на изучении установившихся понятий и явлений и не снабжен новаторскими идеями, которые развиваются каждый день во всем мире, а программа дает возможность познакомиться с современным состоянием развития инженерии и новых технологий.

Актуальность программы

Программа охватывает несколько областей науки, таких как материаловедение, физическая химия, органическая и неорганическая химия, клеточная и молекулярная биология и др. В ходе обучения слушатели смогут ознакомиться с основами этих областей и в последующем проявить более глубокий интерес к определенному направлению. Актуальная задача данной программы – зародить интерес к рассматриваемым направлениям инженерно-технических дисциплин с целью формирования будущего поколения инженеров.

Педагогическая целесообразность

Концептуальная идея предлагаемого курса состоит в формировании у обучающихся навыков инженерно-технического творчества. Обучающиеся в процессе наблюдения, исследования, конструирования, приобретут новые знания и навыки, которые помогут сформировать свой собственный вектор в выборе своей будущей профессии.

1.2. Цель и задачи

Цель - формирование и развитие у обучающихся интеллектуальных и практических компетенций в области новых материалов, конструкций и тканеинженерных конструкторов в сфере биоматериаловедения и биотехнологий.

Задачи:

Обучающие:

- познакомить школьников с основными идеями биоматериаловедения, тканевой инженерии и биофабрикации;
- познакомить с принципами получения имплантатов и основными биоматериаловедческими методами;
- формирование представления об аддитивных методах в медицине;

Общеразвивающие:

- сформировать навыков решений задач в сфере биомедицины;
- развить творческое и инженерное мышление школьников;

- научить навыкам анализа и расчета простейших биоинженерных конструкторов: выбора материала и способа получения, обработки и исследования свойств образцов;

- развить память, внимание, логическое мышление.

Воспитательные:

- формирование профессионально значимых и личностных качеств: чувства общественного долга, трудолюбия, коллективизма, организованности, дисциплинированности

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

Возраст: 14 - 18 лет

Сроки реализации: 36 академических часов.

Формы и режим занятий

Формы проведения занятий: лекции, практические занятия, мастер-классы.

Формы организации деятельности: групповые и индивидуально-групповые.

Наполняемость группы: 15-20 человек.

Режим занятий: 1-2 занятия в неделю по 3 академических часа.

Ожидаемые результаты

В результате освоения модуля «Биомедицинская инженерия и биофабрикация»

будут знать:

- теоретические основы биоматериаловедения;
- теоретические основы методов разработки и моделирования биоинженерных решений;
- теоретические основы методов исследования медицинских изделий;
- практическое применение имплантатов и биоинтерфейсов;

будут уметь:

- проводить простейшие предположения о физико-механических, физико-химических и биологических свойствах моделируемых медицинских изделий;
- давать простейшие объяснения функционирования биомедицинских конструкторов и конструкций;
- разъяснять свою позицию в научных вопросах;
- работать в команде и определять функциональную деятельность каждого члена команды.

Определение результативности и формы подведения итогов программы

В образовательном процессе будут использованы следующие методы определения результативности и подведения итогов программы:

Текущий контроль

Будет проводиться с целью непрерывного отслеживания уровня усвоения материала и стимулирования обучающихся. Для реализации текущего контроля в процессе объяснения теоретического материала педагог обращается к обучающимся с вопросами и короткими заданиями.

Тематический контроль

Будет проводиться в виде практических заданий по итогам каждой темы с целью систематизировать, обобщить и закрепить материал.

Итоговый контроль

Проводится на основании совокупности выполненных промежуточных практических работ.

В процессе обучения будут применяться различные методы контроля, в том числе с использованием современных технологий.

2. Содержание программы «Биомедицинская инженерия и биофабрикация»

2.1. Учебно-тематический план

№ п/п	Раздел / Тема	Аудиторные учебные занятия			Формы аттестации (контроля)	Трудоемкость
		Всего ауд. часов	Лекции	Практические занятия		
1	Введение в биоматериаловедение и биоинженерию	3	1,5	1,5		3
2	Методы получения и исследования материалов и биомедицинских конструкций	3	1,5	1,5	Лабораторная работа	3
3	Тканевая инженерия	3	1,5	1,5	Практическая работа	3
4	Биопечать и 3D печать в медицине	3	1,5	1,5	Практическая работа	3
5	Имплантаты: твердые ткани	3	1,5	1,5	Практическая работа	3
6	Имплантаты: мягкие ткани	3	1,5	1,5	Практическая работа	3
7	Интерфейсы, бионические протезы и биомедицинские системы	3	1,5	1,5	Лабораторная работа	3
8	Методы проверки и анализа медицинских изделий	3	1,5	1,5	Лабораторная работа	3
9	Итоговый проект	12	2	10		12
9.1	Проектная деятельность	3	1	2		3
9.2	Подготовка доклада к защите на конкурсе	3	1	2	Презентация	3
9.3	Доработка проекта	2		2		2
10	Итоговая аттестация	4		4	Проект	4
Итого		36	14	22		36

2.2. Рабочая программа

1. Введение биоматериаловедение и биоинженерию (3 ч.)

Лекция (1,5ч.) Биомиметика. Основы биоматериаловедения. Полимеры: строение, структура и свойства.

Практическое занятие (1,5ч.) Решение тематических задач.

2. Методы получения и исследования материалов и биомедицинских конструкторов (3 ч.)

Лекция (1,5ч.) Основные методы получения материалов, применяемых в биомедицине. Основные подходы для исследования из физико-химических, физико-механических и структурных параметров.

Практическое занятие (1,5ч.) Решение тематических задач.

Лабораторная работа: Демонстрация методов получения полимерных структур.

3. Тканевая инженерия (3 ч.)

Лекция (1,5ч.) Введение понятия тканевой инженерии. Понятие методов создания гибридных имплантатов. Особенности клеточной и тканевой инженерии.

Практическое занятие (1,5ч.)

Практическая работа: Решение тематических задач по разработке тканеинженерных конструкторов.

4. Биопечать и 3D печать в медицине (3 ч.)

Лекция (1,5ч.) Аддитивные технологии в медицине. 3D-печать в медицине. Биопечать: основные методы и текущие задачи.

Практическое занятие (1,5ч.)

Практическая работа: Решение тематических задач. Демонстрация 3D-биопечати.

5. Имплантаты: твердые ткани (3 ч.)

Лекция (1,5ч.) Знакомство с материалами, подходящими для получения имплантатов и протезов, замещающих костную ткань и суставы. Основные методы получения и особенности использования данных структур.

Практическое занятие (1,5ч.)

Практическая работа: Решение тематических задач по конструированию проектов в травматологии, челюстно-лицевой хирургии.

6. Имплантаты: мягкие ткани (3 ч.)

Лекция (1,5ч.) Знакомство с материалами, подходящими для получения имплантатов и протезов, замещающих мягкие ткани: сосуды, нервы и хрящи. Основные методы получения и особенности использования данных структур.

Практическое занятие (1,5ч.)

Практическая работа: Решение тематических задач по разработке продуктов в сердечно-сосудистой хирургии, нейрохирургии, регенерация мышечной ткани.

7. Интерфейсы, бионические протезы и биомедицинские системы (3 ч.)

Лекция (1,5ч.) Экзопротезы, особенности работы. Неинвазивные тест-системы. Нейроинтерфейсы.

Практическое занятие (1,5ч.) Решение тематических задач.

Лабораторная работа: Демонстрация работы экзопротезов и интерфейсов.

8. Методы проверки и анализа медицинских изделий (3 ч.)

Лекция (1,5ч.) Основные ГОСТы для соответствующих медицинских изделий.

Практическое занятие (1,5ч.) Решение тематических задач.

Лабораторная работа: Демонстрация методов анализа материалов, структур и изделий.

9. Итоговый проект (12ч.)

9.1 Проектная деятельность (3ч.)

Лекция (1ч.) Проектная деятельность. Знакомство с актуальными проблемами в области биофабрикации и биомедицинской инженерии. Основные этапы и механизм реализации проекта. Определение цели, задач, методов исследования.

Практическое занятие (2ч.) Определение темы проектной или исследовательской работы. Формулирование этапов и механизмов реализации итогового проекта. Реализация проекта.

9.2 Подготовка доклада к защите на конкурсе (3ч.)

Лекция (1ч.) Презентация и доклад. Особенности защиты. Особенности презентации и доклада выступлении на конференциях, конкурсах.

Практическое занятие (2ч.) Реализация проекта. Формулирование цели, задач, методов исследования для своего проекта, возможные выводы. Создание презентации для защиты проекта. Репетиция защиты проекта.

9.3 Доработка проекта

Практическое занятие (2ч.) Занятие-консультации по выполнению проектной работы. Консультирование по вопросу представления проекта на городской научно-практической конференции

10. Итоговая аттестация (4 ч.)

Практическое занятие (4ч.) Основные требования, предъявляемые к презентации.

Публичная защита проекта.

3. Формы аттестации и оценочные материалы

В процессе обучения будут применяться различные методы контроля, в том числе с использованием современных технологий.

Текущий контроль. Будет проводиться с целью непрерывного отслеживания уровня усвоения материала и стимулирования обучающихся. Для реализации текущего контроля в процессе объяснения теоретического материала педагог обращается к обучающимся с вопросами и короткими заданиями.

Итоговая аттестация. Проводится на основании совокупности выполненных работ текущего контроля.

Текущий контроль

Программой предусмотрены: опрос, практические и лабораторные работы, презентация, проект.

Требования к выполнению практических работ

Все практические работы проводятся в соответствующих лабораториях Университета МИСИС под наблюдением преподавателя. Участие в практической работе оценивается, как зачтено. Присутствие на практическом занятии и выполнение практической работы во время занятия оценивается, как зачтено.

Требования к выполнению проекта

Проект выполняется одним участником либо группой до 3-х человек. По выбранной тематике должен быть подготовлен доклад и презентация.

Требования к выполнению презентации

Визуальный материал презентации должен быть понятным и доступным, выступление должно проводиться по таймингу.

Требования к структуре презентации:

Шрифт – Times New Roman, минимальный размер текста – 18 пт.

Текст на слайдах должен хорошо читаться на любом фоне.

Необходимо использовать максимальное пространство экрана (слайда), например, растянув рисунки.

По возможности используйте верхние $\frac{3}{4}$ площади экрана (слайда), т.к. с последних рядов нижняя часть экрана обычно не видна.

Первый слайд презентации должен содержать тему, ФИО слушателя

В конце заголовков точка не ставится.

Перед использованием скриншотов проверьте текст на наличие ошибок, чтобы на изображении не остались красные (зеленые) подчеркивания ошибок.

При использовании скриншотов лишние элементы (панели инструментов, меню, пустой фон и т.д.) необходимо обрезать.

Не перегружайте слайды анимационными эффектами. Для смены слайдов используйте один и тот же анимационный эффект.

На слайд нужно вынести самое основное, главное. Устный текст не должен дублировать текст на слайдах.

Требования к содержательной части презентации: наличие дополнительных средств визуализации, возможность вариативности решения.

Итоговая аттестация

Итоговая аттестация: публичная защита проекта и выполнение не менее 60% лабораторных и практических работ по программе курса.

4. Методическое обеспечение программы

Методы обучения, используемые в программе: словесные (устное объяснение материала), наглядные (презентация), практические (дети решают конструкторские задачи), аналитические.

С целью стимулирования творческой активности учащихся будут использованы:

- метод проектов;
- метод погружения;
- методы сбора и обработки данных;
- метод электродинамического моделирования;
- исследовательский и проблемный методы;
- анализ справочных и литературных источников;
- поисковый эксперимент;

- опытная работа;
- обобщение результатов.

Для обеспечения наглядности и доступности изучаемого материала будут использоваться:

- наглядные пособия смешанного типа (слайды, видеозаписи, кинематические схемы);
- дидактические пособия (карточки с заданиями, рабочие тетради с практическими заданиями, раздаточный материал).

5. Организационно-педагогические ресурсы

5.1 Специализированные лаборатории и классы, основные установки и стенды

Площадка:

Мультимедийная аудитория, класс с соответствующим оборудованием.

5.2 Оборудование и программное обеспечение:

Операционная система:

Windows 7, Windows 8 и Windows 10 (Windows RT не поддерживается)

5.3 Аппаратное обеспечение:

ПЭВМ по количеству учащихся (желательно ноутбук). Минимальные системные требования:

- Операционная система Windows (XP, Vista, 7, 8) или MacOS (10.6, 10.7, 10.8)
- 4 ГБ оперативной памяти
- Процессор 2.5 ГГц
- 8 ГБ свободного дискового пространства
- Разрешение экрана 1920*1080
- Microsoft Silverlight 5.0
- Microsoft.NET 4.0
- Среда программирования Ansys HFSS
- Среда программирования Altium designer
- Среда программирования ADS

5.4 Кадровое обеспечение программы

Реализаторы программы: профессорско - педагогический состав Университета науки и технологий МИСИС

6. Список литературы

Основная литература:

1. Л. Н. Лысенко П. Биоматериаловедение: вклад в прогресс современных медицинских технологий // Гены и клетки. 2005. №2.
2. Технология полимеров медико-биологического назначения М. И. Штильман; Учебное пособие по образованию в области химической технологии и биотехнологии. - М. : Академкнига, 2015.
3. Di Marzio, N., Eglin, D., Serra, T., & Moroni, L. (2020). Bio-Fabrication: Convergence of 3D Bioprinting and Nano-Biomaterials in Tissue Engineering and Regenerative Medicine. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 8, 326.
4. Li, X.; Ding, C.; Li, X.; Yang, H.; Liu, S.; Wang, X.; Zhang, L.; Sun, Q.; Liu, X.; Chen, J. Electronic biopolymers: From molecular engineering to functional devices. *Chem. Eng. J.* 2020, 397, 125499.
5. Gomes, M.E.; Rodrigues, M.T.; Domingues, R.M.A.; Reis, R.L. Tissue Engineering and Regenerative Medicine: New Trends and Directions-A Year in Review. *Tissue Eng. Part B Rev.* 2017, 23, 211–224.