

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: И.О. Проректор
Дата подписания: 11.09.2025 15:42:55
Уникальный программный ключ:
f17218015d82e3c1457d1df9e244def505047355

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ А.Г.Балашов
«22» июля 2024 г.
М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Аддитивные технологии в биомедицинской инженерии»

Направление подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»
Направленность (профиль) «Биомедицинские электронные и компьютерные системы»

Москва 2024

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенция ПК-1 «Способен анализировать состояние медико-биологических и научно-технических проблем при разработке биотехнических систем и медицинских изделий» сформулирована на основе профессионального стандарта 26.014 «Специалист по проектированию, сопровождению производства и эксплуатации биотехнических систем».

Обобщенная трудовая функция В. Разработка, постановка на производство биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения.

Трудовая функция В/01.6 Прототипирование биотехнических систем медицинского, экологического и биометрического назначения.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК-1.АТБИ Способен анализировать состояние научно-технических проблем при разработке комплексов по аддитивному производству в биомедицинской инженерии	Определение условий и режимов эксплуатации, конструктивных особенностей биотехнических систем и медицинских изделий	Знания: <ul style="list-style-type: none">физических основ аддитивных технологий;основных типов аддитивных технологий, применяемых в биомедицинской инженерии. Умения: <ul style="list-style-type: none">проводить расчёты основных характеристик 3d принтеров;проводить расчёты затрачиваемых расходных материалов при 3d печати. Опыт деятельности: <ul style="list-style-type: none">в составлении технического задания по проектированию комплексов по аддитивному производству в биомедицинской инженерии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине: для изучения дисциплины необходимы освоенные курсы "Физика. Механика. Термодинамика" и "Физика. Оптика".

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
4	7	4	144	32	-	16	60	Экз (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа		
1 История создания, физические и технические принципы аддитивных технологий	8	-	4	15	Контрольная работа	
2 Аддитивные технологии, работающие с не живыми материалами	8	-	4	15	Контрольная работа	
3 Концепция 3d биопечати. Струйный и экструзионный методы биопечати	8	-	4	15	Контрольная работа	
4 Лазерная биопечать. Биочернила. Применение биопечати	8	-	4	15	Защита индивидуального задания	

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1-4	8	Входной контроль (Тест №1). История аддитивных технологий. Физические принципы аддитивных технологий. Технические принципы построения 3d

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
			принтеров. Преимущества, перспективы развития и применения.
2	5-8	8	SLA стереолитография. FDM наплавление. SLS и SLM селективное спекание или сплавление. CJP, SHS, SGC, LOM, DMLS, EBF3 технологии.
3	9-12	8	Концепция 3d биопечати. Предбиопринтинг, биопринтинг и постбиопринтинг. Струйная биопечать. Экструзионная биопечать.
4	13-16	8	Лазерная биопечать. Используемые биочернила. Применение биопечати для создания биологических тканей. Перспективы развития биопринтинга.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1-2	4	Методы расчёта физических параметров аддитивного производства. Методы расчёта оптических характеристик 3d принтеров. Контрольная работа №1.
2	3-4	4	Методы расчёта механических характеристик 3d принтеров. Методы расчёта количества затрачиваемых материалов при аддитивном производстве. Контрольная работа №2.
3	5-6	4	Методы расчёта точность геометрических форм при аддитивном производстве. Методы расчёта надёжности 3d принтеров и их отдельных компонентов. Контрольная работа №3.
4	7-8	4	Программное обеспечение для построения 3d моделей и формирования на их основе G-кодов. Выбор подходящей технологии и материала печати для решения прикладных задач. Защита индивидуального задания.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	15	Проработка теоретического материала лекций № 1-4 и примеров расчёта физических характеристик аддитивного производства (практические занятия № 1-2). Подготовка к контрольной работе № 1. Подготовка к практическим занятиям № 1 и 2
2	15	Проработка теоретического материала лекций № 5-8 и примеров расчёта количества затрачиваемых материалов (практические занятия № 3-4). Подготовка к контрольной работе № 2. Подготовка к практическим занятиям № 3 и 4.
3	15	Проработка теоретического материала лекций № 9-12 и примеров расчёта точности создаваемых геометрических форм (практические занятия № 5-6). Подготовка к контрольной работе № 3. Подготовка к практическим занятиям № 5 и 6
4	15	Проработка теоретического материала лекций № 13-16 и примеров формирования команд с использованием G-кодов (практические занятия № 7-8). Подготовка к практическим занятиям № 7 и 8. Выполнение индивидуального практико-ориентированного задания и подготовка к его защите.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены.

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС, <http://orioks.miet.ru/>):

Методические рекомендации для студентов по выполнению заданий для самостоятельной работы, освоению учебной литературы, подготовки презентаций и научно-технических докладов, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/> в разделе «Методические рекомендации для студентов и преподавателей» УМК дисциплины.

Модуль 1 «История создания, физические и технические принципы аддитивных технологий».

Презентации к лекциям № 1-4, типовые задания к практическим занятиям № 1-2 и контрольной работе № 1. Литература Л.1 (с. 11-112), Л.2 (с. 57-91).

Модуль 2 «Аддитивные технологии, работающие с не живыми материалами».

Презентации к лекциям № 5-8, типовые задания к практическим занятиям № 3-4 и контрольной работе № 2.

Модуль 3 «Концепция 3d биопечати. Струйный и экструзионный методы биопечати».

Презентации к лекциям № 9-12, практическим занятиям № 5-6 и контрольной работе № 3. Литература Л.3 (с. 108-132).

Модуль 4 «Лазерная биопечать. Биочернила. Применение биопечати».

Презентации к лекциям № 13-16, типовые задания к практическим занятиям № 7 и 8 и контрольной работе № 4. Литература Л.3 (с. 31-43).

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Савельев, И. В. Курс общей физики : Учебное пособие для вузов : в 5 томах / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 1 : Механика — 2022. — 340 с. — ISBN 978-5-8114-9196-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187811> (дата обращения: 13.05.2024)

2. Савельев, И. В. Курс общей физики : Учебное пособие для вузов : в 5 томах / И. В. Савельев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 4 : Волны. Оптика — 2022. — 252 с. — ISBN 978-5-8114-9198-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187737> (дата обращения: 13.05.2024)

3. Борейшо, А. С. Лазеры: применения и приложения : учебное пособие / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов, С. В. Ивакин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-2234-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212447> (дата обращения: 13.05.2024).

Периодические издания

1. МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА: Научно-технический журнал / Союз общественных объединений "Международное научно-техническое общество приборостроителей и метрологов" (СОО МНТО ПМ); Гл. ред. С.В. Селищев. - М. : Медицина, 1967 - . - ISSN 0025-8075. – Текст: непосредственный.

2. БИОМЕДИЦИНСКАЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА: Международный научно-прикладной журнал / Издательство "Радиотехника". - М. : Радиотехника, 1998. - . - ISSN 1560-4136. – Текст: непосредственный.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1.eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. – URL: <http://www.elibrary.ru/> (дата обращения: 13.05.2024). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2.Лань: Электронная библиотека URL: <https://lanbook.com/> (дата обращения: 13.05.2024). - Режим доступа: для зарегистрированных. пользователей.

3.Юрайт: Электронная библиотека URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 13.05.2024). - Режим доступа: для зарегистрированных. пользователей.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для взаимодействия преподавателей и студентов используются модули «Новости» и «Обратная связь» электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС, а также электронная почта.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах методических указаний студентам в электронной информационной образовательной среде ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

При необходимости дисциплина может быть реализована частично или полностью с применением дистанционных образовательных технологий. Лекционные и практические занятия, а также назначенные при необходимости консультации проходят с использованием интернет-сервисов видеоконференций (Яндекс Телемост).

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome); Acrobat reader DC

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции **ПК-1.АТБИ** «Способен анализировать состояние научно-технических проблем при разработке комплексов по аддитивному производству в биомедицинской инженерии».

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Посещение лекций и практических занятий обязательно.

Лекционный курс организован в пассивной форме, в ходе которой студенты выступают в роли обучаемых, овладевающих учебным материалом, либо воспроизводят его вслед за преподавателем. Лекции представляют собой научно-информационный материал, содержащий аргументированные и доказательные данные, обоснованные фактами и, для облегчения понимания, содержащие примеры. При этом лекции сопровождаются мультимедийными материалами, в т.ч. графическими изображениями, графиками, таблицами, презентациями, интернет-сайтами и видеороликами.

Практические занятия проводятся в активной и интерактивной форме, в ходе которой студенты выступают в роли обучающихся, взаимодействуют посредством диалога как с преподавателем (активная форма), так и друг с другом и с преподавателем (интерактивная форма).

Цель лекций и практических занятий – обучение базовым знаниям и умениям. Освоение дисциплины на повышенном уровне в значительной степени осуществляется студентом самостоятельно. Лектор предоставляет студентам необходимые для этого методические материалы.

Дополнительной формой контактной работы являются консультации. Консультации проводятся лектором по мере необходимости, их посещать необязательно.

Самостоятельная работа студента представляет собой усвоение теоретического материала, полученного на лекциях, подготовку к контрольным мероприятиям, включая работу с научными информационными источниками. При этом самостоятельная работа не ограничивается только изучением материала, получаемого в ходе учебного процесса. В ходе подготовки к контрольным мероприятиям или осуществлении поиска литературы по дисциплине студент повторяет материал, полученный на занятиях, а также самостоятельно находит новый материал по нужной теме.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система. По сумме баллов выставляется итоговая оценка по дисциплине. Структура и график контрольных мероприятий доступны в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>. Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 8, 12 и 16 учебной недели.

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

Сумма баллов	Итоговая оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

РАЗРАБОТЧИКИ:

доцент Института БМС, к.ф.-м.н.



/ Д.И. Рябкин /

Рабочая программа дисциплины «Аддитивные технологии в биомедицинской инженерии» по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», по направленности (профилю) «Биомедицинские электронные и компьютерные системы» разработана в Институте БМС и утверждена на заседании УС Института БМС 21 мая 2024 года, протокол № 10.

Зам. директора по образовательной
деятельности Института БМС



/Д.А. Потапов/

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК



/И.М. Никулина/

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

/Директор библиотеки



/ Т.П. Филиппова/

Рабочая программа согласована с представителем профессионального сообщества

Генеральный директор ООО «Эсдиар»



/ К.В. Пожар/