

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 16:25:21  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73bd76c81b0ea882b8d002

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,  
д.т.н., профессор



*[Handwritten signature]*

И.Г. Игнатова

«24» декабря 2020 г.

М.П.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Лазерная инженерия биосовместимых материалов»

Направление подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии»

Направленность (профиль) «Персонализированные, носимые  
и имплантируемые биомедицинские системы»

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

<p><b>ПК–1</b> «Способен анализировать состояние научно-технической проблемы, ставить цель и задачи для проектирования биотехнических систем и медицинских изделий на основе подбора и изучения литературных и патентных источников» <b>сформулирована на основе профессионального стандарта 26.014</b> «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий».</p> <p><b>Обобщенная трудовая функция В.</b> Разработка и интеграция инновационных биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения.</p> <p>Трудовая функция В/01.7 Научные исследования в области создания инновационных биотехнических систем и технологий.</p>		
Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижений подкомпетенций
<p><b>ПК–1.ЛИБМ</b></p> <p>Способен определять требования и условия для создания биосовместимых материалов лазерными методами.</p>	<p>Анализ научно-технической информации по разработке биотехнических систем и технологий, медицинских изделий.</p>	<p><b>Знания:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методов использования лазерного излучения в биомедицинских приложениях.</li> <li>- влияния лазерного излучения на вещества и биологические ткани.</li> </ul> <p><b>Умения:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять режимы эксплуатации лазерных систем и условия использования материалов.</li> </ul> <p><b>Опыт:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализа научно-технической литературы о взаимодействия лазерного излучения с биосовместимыми материалами, в том числе, наноматериалами и биологическими тканями.</li> <li>- сравнения условий использования подходов для создания биосовместимых материалов лазерными методами.</li> </ul>

## 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 - знания/умения в области распространения электромагнитных волн видимого, инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов в веществах.

## 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)		
1	2	4	144	16	-	32	60	Экз (36)

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
1. Технологии создания трехмерных биосовместимых материалов	4	-	6	18	Контрольная работа №1
2. Лазерные методы создания биосовместимых наноматериалов	4	-	10	18	
3. Структурные и функциональные свойства биосовместимых наноматериалов	4	-	8	14	Контрольная работа №2
4. Лазерное восстановление целостности биологических тканей.	4	-	8	10	Доклад

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	3D принтинг биосовместимых материалов. Виды физических воздействий на материалы. Типы материалов для создания 3D объектов. Экструзионный, капельный 3D принтинг. Электроспиннинг.
	2	2	Создание имплантационных материалов методом 3D принтинга. Фронты развития биопринтинга.
2	3	2	Взаимодействие лазерного излучения с веществами. Модификация структурных функциональных свойств материалов. Стереолитография. Лазерное спекание.
	4	2	Лазерная полимеризация. Лазерное формирование нанокompозитных материалов с биополимерами.
3	5	2	Микро- и наноструктура нанокompозитных материалов с биополимерами и углеродными нанотрубками. Электронная микроскопия. Колебательная и электронная спектроскопия.
	6	2	Механические и электрофизические свойства нанокompозитных материалов с биополимерами.
4	7	2	Сравнительная оценка бесконтактных и контактных методов восстановления целостности биологических тканей.
	8	2	Лазерные методы восстановления целостности биологических тканей. Контроль структурных, механических и функциональных характеристик лазерных соединений.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Расчет параметров при лазерной полимеризации.
	2	2	Материалы и наноматериалы для аддитивных технологий и 3D принтинга.
	3	2	Анализ сильных и слабых сторон аддитивных технологий и 3D принтинга в медицине.
2	4	2	Анализ схем и параметров лазерных систем для стереолитографии, спекания и полимеризации.
	5	2	Изменение фазового состояния среды при фотоинициации.
	6	2	Расчет параметров при лазерной полимеризации.

			Контрольная работа №1.
	7	2	Фотополимеризующиеся композиции для 3D принтинга биосовместимых материалов.
	8	2	Сравнительная оценка наноматериалов и их свойств для 3D принтинга в медицине.
3	9	2	Физические механизмы лазерного создания биосовместимых 3D материалов.
	10	2	Анализ методов исследования микро- и наноструктуры биосовместимых 3D материалов.
	11	2	Зависимость структуры и функциональных свойств биосовместимых 3D материалов от параметров лазерного воздействия.
	12	2	Влияние микро- и наноструктуры и функциональных свойств биосовместимых 3D материалов на восстановление биологических тканей. Контрольная работа №2.
4	13	2	Установки для лазерного восстановления целостности биологических тканей.
	14	2	Материалы для лазерного восстановления целостности биологических тканей.
	15	2	Мониторинг показателей лазерного воздействия на биологическую ткань при восстановлении ее целостности.
	16	2	Перспективы развития лазерного восстановления целостности биологических тканей». Научно-технический доклад.

#### 4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	18	Усвоение материала, изложенного преподавателем. Работа со специальной научно-технической литературой. Подготовка к контрольной работе № 1.
2	18	Усвоение материала, изложенного преподавателем. Работа со специальной научно-технической литературой. Подготовка к контрольной работе № 1.
3	14	Усвоение материала, изложенного преподавателем. Работа со специальной научно-технической литературой.

		Подготовка к контрольной работе № 2. Подготовка к докладу.
4	10	Подготовка к научно-техническому докладу. Усвоение материала, изложенного преподавателем. Работа со специальной научно-технической литературой.

#### 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/>):

**Модуль 1** «Технологи создания трехмерных биосовместимых материалов»

Конспект лекций. Литература Л1 (глава 2: с.21–66); Л2 (глава 1: с.7–19); Л3 (глава 11: с.407–443); Л4 (глава 11: с.407–443);

**Модуль 2** «Лазерные методы создания биосовместимых наноматериалов»

Конспект лекций. Литература Л3 (глава 11: с.407–443); Л4 (глава 1: с.7–30; глава 2: с.30–47).

**Модуль 3** «Структурные и функциональные свойства биосовместимых наноматериалов»

Конспект лекций. Литература Л5 (глава 1: с.17–34; глава 3: с.85–136; глава 4: с.139–186).

**Модуль 4** «Лазерное восстановление целостности биологических тканей»

Конспект лекций. Литература Л6 (глава 1: с.8–28; глава 2: с.28–74; глава 4: с.102–146); Л2 (глава 2: с.20–43; глава 3: с.47–54; глава 3: с.55–70).

### 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### Литература

1. Герасименко А.Ю. Биологические и биосовместимые материалы : Учеб. пособие / А.Ю. Герасименко, И.В. Пьянов; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М.: МИЭТ, 2015. - 68 с. - ISBN 978-5-7256-0783-3

2. Герасименко А.Ю. Лазерная инженерия биосовместимых материалов : Учеб. пособие / А.Ю. Герасименко; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский университет "МИЭТ". - М.: МИЭТ, 2017. - 72 с. - ISBN 978-5-7256-0848-9

3. Нанотехнологии в электронике. Вып. 2 / Под ред. Ю.А. Чаплыгина. - М. : Техносфера, 2013. - 688 с.

4. Беликов А.В. Теоретические и экспериментальные основы лазерной абляции биоматериалов : Учеб. пособие / А.В. Беликов, А.Е. Пушкарева, А.В. Скрипник. - СПб. : СПбГУ ИТМО, 2011. - 118 с. - URL : <http://window.edu.ru/resource/392/73392> (дата обращения: 21.09.2020). - Текст : электронный.

5. Харрис П. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. Новые материалы XXI века = Carbon Nanotubes and Related Structures. New Materials for the Twenty / Harris P. - first Century. - Cambridge University Press : Пер. с англ. / П. Харрис. - М. : Техносфера, 2003. - 356 с. - ISBN 5-94836-013-X.

6. Неворотин А.И. Введение в лазерную хирургию : Учеб. пособие / А.И. Неворотин. - СПб. : СпецЛит, 2000. - 175 с. - ISBN 5-263-00121-5.

### **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.

3. КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА: Научно-прикладной журнал / Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук – М.: ФИАН, 1971. - . - ISSN 0368-7147. – URL: <https://lib.rucont.ru/efd/655833/info> (дата обращения: 15.09.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей МИЭТ по подписке с 2020 г.

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

1. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000. – URL: <http://www.elibrary.ru/> (дата обращения: 25.09.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Scopus: экспертно кураторская база данных рефератов и цитат: сайт. – Elsevier, 2020. - URL: <http://www.scopus.com> (дата обращения: 25.09.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Web of Science: поисковая интернет-платформа: сайт. – Clarivate, 2016 – URL: <https://clarivate.com/products/web-of-science/> (дата обращения: 25.09.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. 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 среде ОРИОКС (<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 (Zoom, Skype) и голосового чата

(Discord). Промежуточная аттестация проводится с использованием интернет-сервисов видеоконференций (Zoom, Skype) и голосового чата (Discord).

## 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	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.ЛИБМ «Способен определять требования и условия для создания биосовместимых материалов лазерными методами».

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 проводится в пассивной форме – в данном случае студенты выступают в роли обучаемых, которые овладевают материалом или воспроизводят его за преподавателем. Лекции являются научным и информативным материалом, с доказательными и аргументированными данными, обоснованными различными фактами и убедительными примерами. Лекции сопровождаются (иллюстрируются) мультимедийными материалами: презентациями, включающими в себя изображения, графики, таблицы; интернет сайтами, видео- или аудиороликами, демонстрационными программами и т.п.

Практические занятия происходят в активной и интерактивной форме, где студенты выступают в роли обучающихся, выполняющих творческие задания (подготовка научно-



технических докладов с презентациями) и взаимодействующих как с преподавателем (активная форма), так и друг с другом и преподавателем (интерактивная форма) посредством диалога.

Самостоятельная работа студента по модулям включает в себя усвоение теоретического материала (полученного в ходе лекционных занятий), подготовка к контрольным мероприятиям дисциплины, подготовка научно-технических докладов и презентаций (работа с научными информационными источниками), а также анализ информации, полученной при изложении докладов другими студентами группы. Самостоятельная работа не ограничивается только изучением материала, полученного в рамках курса. Во время подготовки к контрольным мероприятиям или поиска литературы по дисциплине студент повторяет материал, полученный на занятиях, а также находит новый материал по заинтересовавшей его теме.

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

### **12.2. 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 доступен в ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

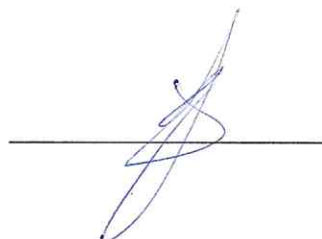
Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 8, 12 и 16 учебной недели.

При выставлении итоговой оценки используется шкала, приведенная в таблице:

<b>Сумма баллов</b>	<b>Оценка</b>
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

### **РАЗРАБОТЧИК:**

доцент института БМС,  
к.ф.-м.н., доцент



/А.Ю. Герасименко/

Рабочая программа дисциплины «Лазерная инженерия биосовместимых материалов» по направлению подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии», направленности (профилю) «Персонализированные, носимые и имплантируемые биомедицинские системы» разработана в Институте БМС и утверждена на заседании УС Института БМС 16 декабря 2020 года, протокол № 12.

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/