

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гаврилов Сергей Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.09.2026 11:55:24
Уникальный программный ключ:
488ddcd30399efca200d034e027f45455f6eb1b9

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



«30» июня 2026 г.

М.П.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Биомедицинская нелинейная оптика»

Направление подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии»

Направленность (профиль) «Биомедицинская электроника»

Москва 2026

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Компетенция ПК-2 «Способен определять требования к разрабатываемым интеллектуальным биотехническим системам и медицинским изделиям» сформулирована на основе профессионального стандарта 26.014 «Специалист по проектированию, сопровождению производства и эксплуатации биотехнических систем».
Обобщенная трудовая функция С. Разработка, постановка на производство интеллектуальных биотехнических систем и технологий медицинского, экологического и биометрического назначения.

Трудовая функция С/02.7 Проектирование интеллектуальных биотехнических систем и технологий медицинского, экологического и биометрического назначения.

Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижения подкомпетенций
ПК–2.БНО Способен определять изменения энергетических параметров при нелинейном взаимодействии при работе с электронно-оптическими и спектральными системами.	Экспериментальные исследования и численное моделирование для создания инновационных биотехнических систем и технологий, медицинских изделий, интеграции биотехнических систем	Знания: основных направлений развития тканевой инженерии; факторов, определяющих тип взаимодействия оптического излучения с веществом. Умения: контролировать оптические параметры лазерных медицинских изделий, осваивать основные принципы проектирования и конструирования оптических схем для мощного лазерного излучения (нелинейное взаимодействие с веществом). Опыт деятельности: в формировании навыков обработки, а также в выявлении и изучении причин изменения энергетических нелинейно оптических параметров электронно-оптических и спектральных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

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

Входные требования к дисциплине - знания в области лазерной техники, спектроскопии света, поглощения и рассеяния излучения.

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)		
2	3	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. Использование спектроскопического анализа в биологии и медицине.	4	-	8	15	Контрольная работа №1
2. Обработка экспериментальных данных в биомедицинской нелинейной оптике и принципы работы датчиков.	4	-	8	15	Контрольная работа №2
3. Нелинейное взаимодействие лазерного излучения и влияние профиля луча.	4	-	8	15	Контрольная работа №3
4. Применение нелинейного оптического взаимодействия в интеллектуальных биотехнических системах и технологиях медицинского, экологического и биометрического назначения.	4	-	8	15	Защита индивидуального задания

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1-2	4	Влияние атомной единицы массы и массовой концентрации на спектр поглощения. Изменение отражения в зависимости от показателя преломления. Пиковая интенсивность и радиус луча при измерении профиля луча лазера.
2	3-4	4	Непрерывное и импульсное излучение и их энергетические параметры, время воздействия, длительность и частота импульсов. Нелинейное поглощение, вызванное двухфотонными или многофотонными процессами. Гауссова форма импульса и её изменение в оптических системах и волокнах.
3	5-6	4	Изменение энергетических параметров при нелинейном взаимодействии. Ослабление лазерного излучения веществом: преломление, рассеяние и поглощение. Нелинейная восприимчивость. Изменение спектра поглощения при возникновении нелинейных эффектов. Гиперполяризуемость и спектр поглощения.
4	7-8	4	Нелинейные оптические эффекты в интеллектуальных биотехнических системах и технологиях медицинского, экологического и биометрического назначения. Ап-конверсия, двух фотонная полимеризация, лазерное охлаждение, фотодинамическая терапия и двух фотонная микроскопия.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1-4	8	1. Анализ спектров поглощения. Влияние преломления на спектр поглощения. Характеристики и профиль луча лазера. 2. Контрольная работа №1.
2	5-8	8	1. Регистрация энергетических параметров луча и определение длительности. Нелинейное поглощение, двух фотонные и многофотонные процессы. Профиль луча, Гауссова форма импульса. 2. Контрольная работа №2.
3	9-12	8	1. Изменение энергетических параметров при нелинейном взаимодействии. Ослабление лазерного излучения веществом.

			Нелинейная восприимчивость. Линейные и нелинейные характеристики. Связь со спектром поглощения. 2. Контрольная работа №3..
4	13-16	8	1. Ап-конверсия в нелинейных оптических материалах. Основные принципы двух фотонной полимеризации и микроскопии. Определение параметров материалов для фотодинамической терапии. 2. Защита индивидуального задания.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	15	Самостоятельное решение типовых задач по теме «Использование спектроскопического анализа в биологии и медицине» как подготовка к контрольной работе №1. Работа с учебными материалами ЭОР в виде презентаций с разбором основных типов задач. Решение типовых задач домашнего задания.
2	15	Самостоятельное решение типовых задач по теме «Обработка экспериментальных данных в биомедицинской нелинейной оптике и принципы работы датчиков» как подготовка к контрольной работе №2. Работа с учебными материалами ЭОР в виде презентаций с разбором основных типов задач. Решение типовых задач домашнего задания.
3	15	Самостоятельное решение типовых задач по теме «Нелинейное взаимодействие лазерного излучения и влияние профиля луча» как подготовка к контрольной работе №3. Работа с учебными материалами ЭОР в виде презентаций с разбором основных типов задач. Решение типовых задач домашнего задания.
4	15	Самостоятельное изучение литературы и подбор статьи для доклада по теме «Применение нелинейного оптического взаимодействия в интеллектуальных биотехнических системах и технологиях медицинского, экологического и биометрического назначения». Работа с учебными материалами ЭОР в виде презентаций. Подготовка к защите индивидуального задания.

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 по подготовке и защите индивидуального задания»;
- «Методика оценки индивидуального задания».

Модуль 1 «Использование спектроскопического анализа в биологии и медицине»

Материалы для самостоятельной работы по подготовке к контрольной работе № 1 (типовые задания), материалы для самостоятельного изучения теории (включают конспекты лекций). Литература Л1 (с. 187–198, 679–683); Л2 (с. 300–304); Л3 (с. 222–224); Л4 (с. 5–24); Л6 (с. 43–47).

Модуль 2 «Обработка экспериментальных данных в биомедицинской нелинейной оптике и принципы работы датчиков»

Материалы для самостоятельной работы по подготовке к контрольной работе № 2 (типовые задания), материалы для самостоятельного изучения теории (включают конспекты лекций). Литература Л1 (с. 200–203, 404–409); Л2 (с. 36–39, 162–166); Л3 (с. 155–163, 170–180); Л4 (с. 25–50); Л6 (с. 5–19).

Модуль 3 «Нелинейное взаимодействие лазерного излучения и влияние профиля луча»

Материалы для самостоятельной работы по подготовке к контрольной работе № 3 (типовые задания), материалы для самостоятельного изучения теории (включают конспекты лекций). Литература Л1 (с. 685–687); Л3 (с. 185–200); Л4 (с. 51–73); Л6 (с. 20–43).

Модуль 4 «Нелинейные эффекты, которые имеют пороговый характер и модель, которая учитывает такое взаимодействие»

Материалы для самостоятельной работы по подготовке к докладу, материалы для самостоятельного изучения теории (включают конспекты лекций). Литература Л1 (с. 688–691); Л2 (с. 86–97, 166–170, 196–199); Л4 (с. 51–73); Л5 (с. 79–84); Л6 (с. 48–71).

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

1. Ходгсон, Н. Лазерные резонаторы и распространение пучков. Основы, современные понятия и прикладные аспекты / Н. Ходгсон, Х. Вебер; под редакцией С. Г. Струц; перевод с английского С. А. Бордзиловского. – Москва: ДМК Пресс, 2017. – 744 с. – ISBN 978-5-97060-176-1. – URL: <https://e.lanbook.com/book/93564> (дата обращения: 12.06.2026). – Текст: электронный.

2. Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие / Г. Л. Киселев. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 316 с. – ISBN 978-5-8114-4986-6. – URL: <https://e.lanbook.com/book/130188> (дата обращения: 12.06.2026). – Текст: электронный.

3. Штыков, В. В. Введение в биофизику для электро- и радиоинженеров: учебное пособие / В. В. Штыков. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 292 с. – ISBN 978-5-8114-3734-

4. – URL: <https://e.lanbook.com/book/123676> (дата обращения: 12.06.2026). – Текст: электронный.

4. Герасименко, А. Ю. Сборник задач по линейным и нелинейным оптическим методам : учебно-методическое пособие / А. Ю. Герасименко, У. Е. Курилова, М. С. Савельев. — Москва : МИЭТ, 2024. — 76 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/508159> (дата обращения: 12.06.2026). — Текст: электронный.

5. Раков, Э. Г. Неорганические наноматериалы: учебное пособие / Э. Г. Раков. – 3-е изд. – Москва: Лаборатория знаний, 2020. – 480 с. – ISBN 978-5-00101-741-7. – URL: <https://e.lanbook.com/book/135513> (дата обращения: 12.06.2026). – Текст: электронный.

6. Василевский, П. Н. Методы линейной и нелинейной оптики в технологии «Лаборатория-на-чипе» : учебное пособие / П. Н. Василевский, А. Ю. Герасименко, М. С. Савельев. — Москва : МИЭТ, 2023. — 80 с. — ISBN 978-5-7256-1005-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/461573> (дата обращения: 12.06.2026). – Текст: электронный.

Периодические издания:

1. МЕДИЦИНСКАЯ ТЕХНИКА : научно-технический журнал. - Москва : Медицина, 1967 - . - Переводная версия BIOMEDICAL ENGINEERING. - 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: 12.06.2026). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

2. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. – СПб., 2011. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 12.06.2026). – Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. – Москва, 2013. – URL: <https://urait.ru/> (дата обращения: 12.06.2026); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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

Применяются следующие модели обучения:

– традиционная модель, ориентированная на прямую передачу знаний от преподавателя к студенту (применяемые методы: лекции, семинары, опрос);

- модель, ориентированная на передачу знаний от студента к студенту непосредственно или при участии преподавателя при усвоении материалов, изложенных студентами в ходе докладов по теме дисциплины;
- самостоятельная модель обучения, ориентированная на самостоятельное получение студентом знаний при работе с учебной литературой, в т.ч. при подготовке индивидуального задания в форме доклада.

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах: материалов лекций и примеров типовых задач в 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-сервиса видеоконференций Яндекс Телемост. Промежуточная аттестация проводится 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	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-2.БНО «Способен анализировать изменения энергетических параметров при нелинейном взаимодействии при работе с электронно-оптическими и спектральными системами».

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.

На практических занятиях отрабатывается решение типовых заданий (по результатам выполненного домашнего задания).

Самостоятельная работа студента по модулям включает в себя усвоение теоретического материала (полученного в ходе лекционных занятий), подготовка к контрольным мероприятиям курса, подготовка решений типовых задач из домашнего задания, а также анализ информации, полученной при изложении докладов другими студентами группы.

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

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 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:

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

РАЗРАБОТЧИК:

доцент Института БМС, к.ф.-м.н.



/ М.С. Савельев/

Рабочая программа дисциплины «Биомедицинская нелинейная оптика» по направлению подготовки 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии», направленности (профилю) «Биомедицинская электроника» разработана в Институте БМС и утверждена на заседании УС Института БМС 30.06.2026 года, протокол № 9.

Зам. директора по образовательной
деятельности Института БМС



/ А.А. Данилов /

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 «Айвок»



/ С.А. Долгушин /