

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович

Должность: Ректор МИЭТ

Дата подписания: 01.09.2023 15:25:13

Уникальный программный ключ:

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f73bd76c81b0ca882b8d662

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

И.Г. Игнатова

«24» декабря 2020 г.

М.П.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Беспроводная передача энергии и информации в биологических средах»

Направление подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

Направленность (профиль) «Биомедицинские электронные и компьютерные системы»

Москва 2020

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

ПК-1 «Способен определять требования к разрабатываемым биотехническим системам и медицинским изделиям с учетом характеристик биологических объектов, известных экспериментальных и теоретических результатов» сформулирована на основе профессионального стандарта 26.014 «Специалист в области разработки, сопровождения и интеграции технологических процессов и производств в области биотехнических систем и технологий» Обобщенная трудовая функция А. Разработка и интеграция биотехнических систем и технологий, в том числе медицинского, экологического и биометрического назначения Трудовая функция А/02.6 Проектирование биотехнических систем и технологий		
Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Задачи профессиональной деятельности	Индикаторы достижений подкомпетенций
ПК-1.БПЭИБС Способен определять требования к конструктивным элементам и анализировать устройства беспроводной передачи энергии и информации к биотехническим системам	Определение условий и режимов эксплуатации, конструктивных особенностей биотехнических систем и медицинских изделий	Знания: основных принципов функционирования устройств беспроводной передачи энергии и информации; Умения: анализировать структуру и ключевые технические особенности устройств беспроводной передачи энергии и информации; Опыт деятельности: в анализе устройств беспроводной передачи энергии и информации.

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 - изучению дисциплины предшествует формирование общепрофессиональных компетенций в дисциплинах «Физика. Электричество и магнетизм», «Математический анализ», «Электроника», «Электротехника».

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)		
3	6	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)			
1. Общие вопросы и теоретические основы беспроводной передачи энергии и информации через биологические среды.	12	-	6	20	Опрос №1	Доклад
2. Проблемы проектирования устройств беспроводной передачи энергии и информации через биологические среды.	12	-	6	20	Опрос №2	
3. Высокочастотные устройства беспроводной передачи энергии.	8	-	4	20	Опрос №3	

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Проблемы энергообеспечения и мониторинга технического состояния имплантируемых медицинских приборов. Диагностические приборы. Терапевтические приборы. Классификация имплантируемых медицинских приборов по

			уровню потребляемой мощности. Основные носители энергии для беспроводной передачи данных: инфракрасное излучение, радиоволны, акустические волны.
	2	2	Исторический обзор развития методов беспроводного энергообеспечения имплантируемых медицинских приборов. Определение критических областей применения технологий беспроводной передачи энергии и информации. Определение перспективных областей применения технологий беспроводной передачи энергии и информации. Рассмотрение основных областей применения различных энергоносителей в зависимости от уровня потребляемой мощности имплантируемого медицинского прибора.
	3	2	Теоретические основы индуктивной связи. Уравнения Максвелла. Явление электромагнитной индукции. Ключевые определения: магнитный поток, ЭДС индукции, закон Фарадея, собственная индуктивность, взаимная индуктивность, коэффициент связи. Методы расчёта собственной и взаимной индуктивности.
	4	2	Теоретические основы анализа связанных электрических колебательных контуров. Законы Кирхгофа. Импеданс электрической цепи. Характеристика электрического сигнала: напряжение, ток, фаза. Источники напряжения, источники тока.
	5	2	Построение оптимальной топологии системы беспроводной передачи энергии с помощью индуктивной связи. Схемы емкостной компенсации в системах индуктивной передачи энергии. Вынужденные колебания. Резонанс. Явление «разделения частот».
	6	2	Проблемы безопасности и безвредности. Поглощение радиочастотного излучения биологическими тканями. Нагрев тканей элементами системы индуктивной передачи энергии. Методы учёта требований термобезопасности при конструировании системы беспроводной передачи энергии. Расчёт нагрева передающей и принимающей катушек и окружающих тканей.
2	7	2	Проектирование катушечных пар в составе индуктивных систем чрескожной передачи энергии. Уравнение Неймана в приложении к решению задачи беспроводной передачи энергии.
	8	2	Схемотехнические решения в системах индуктивной передачи энергии. Генераторы сигнала переменного тока. Усилители мощности.
	9	2	Схемотехнические решения в системах индуктивной передачи энергии. Выпрямители переменного тока. Стабилизаторы.
	10	2	Методы компенсации смещений в системах индуктивной передачи энергии. Механическая компенсация смещений. Управление входным напряжением, частотой, импедансом.
	11	2	Методы беспроводной передачи информации: анализ изменений в тракте передаче энергии; анализ сигналов в информационном тракте. Беспроводная передача информации через биологические ткани по радиоканалу. Беспроводная передача информации через

			биологические ткани по оптическому каналу. Используемые виды модуляции. Модулирование энергетического сигнала. Проблема помехозащищённости канала беспроводной передачи информации через биологическую ткань.
	12	2	Анализ модуля индуктивной передачи энергии в аппарате вспомогательного кровообращения LionHeart.
3	13	2	Основные проблемы проектирования высокочастотных систем беспроводной передачи энергии. Волновые эффекты в электрических цепях. Схемы согласования импеданса.
	14	2	Системы беспроводной передачи энергии на основе высокочастотных колебательных контуров («магнитный резонанс»). Технические следствия использования высокочастотных колебательных контуров. Область возможного применения устройств беспроводной передачи энергии на основе высокочастотных колебательных контуров.
	15	2	Системы беспроводной передачи энергии «среднего диапазона». Технические следствия «среднего диапазона». Область возможного применения устройств беспроводной передачи энергии «среднего диапазона».
	16	2	Физические особенности взаимодействия оптического излучения с биологическими тканями. Техническая мотивация применения оптического излучения. Область применения оптического излучения. Теоретический предел эффективности передачи энергии. Оптимизация размеров приёмника энергии. Методы повышения эффективности передачи энергии.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объём занятий (часы)	Краткое содержание
1	1	2	Входной контроль.
1	2-3	4	Обсуждение теоретического материала, изложенного на лекциях. Проведение опроса №1. Выступление студентов с научно-техническими докладами.
2	4-6	6	Обсуждение теоретического материала, изложенного на лекциях. Проведение опроса №2. Выступление студентов с научно-техническими докладами.
3	7-8	4	Обсуждение теоретического материала, изложенного на лекциях. Проведение опроса №3. Выступление студентов с научно-техническими докладами.

4.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	12	Усвоение теоретического материала, изложенного на лекциях. Работа с учебной, учебно-методической и специальной научно-технической литературой.
	8	Подготовка научно-технического доклада и презентации.
2	12	Усвоение теоретического материала, изложенного на лекциях. Работа с учебной, учебно-методической и специальной научно-технической литературой.
	8	Подготовка научно-технического доклада и презентации.
3	12	Усвоение теоретического материала, изложенного на лекциях. Работа с учебной, учебно-методической и специальной научно-технической литературой.
	8	Подготовка научно-технического доклада и презентации.

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 «Общие вопросы и теоретические основы беспроводной передачи энергии и информации через биологические среды»

Конспекты лекций, методические указания студентам, литература Л1 (с. 224-304), Л2 (с. 11-16, 33-41), Л3 (с. 19-28).

Модуль 2 «Проблемы проектирования устройств беспроводной передачи энергии и информации через биологические среды»

Конспекты лекций, методические указания студентам, литература Л2 (с. 81-111), Л3 (с. 638-668), Л4 (с. 54-64, 131-159, 228-242).

Модуль 3 «Высокочастотные устройства беспроводной передачи энергии»

Конспекты лекций, методические указания студентам, литература Л2 (с. 143-157), Л3 (с. 31-43), Л5 (с. 149-283).

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Литература

- 1.Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов. — 10-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2017. — 322 с. — ISBN 978-5-00101-498-0. — URL: <https://e.lanbook.com/book/94160> (дата обращения: 24.09.2020). - Текст : электронный.
- 2.Пахарьков Г.Н. Биомедицинская инженерия: проблемы и перспективы : Учеб. пособие / Г.Н. Пахарьков. - СПб. : Политехника, 2011. - 232 с. - ISBN 978-5-7325-0963-2.
- 3.Кореневский Н.А. Биотехнические системы медицинского назначения : Учебник / Н.А. Кореневский, Е.П. Попечителей. - Старый Оскол : ТНТ, 2017. - 688 с. - ISBN 978-5-94178-352-6
- 4.Редди Рама С. Основы силовой электроники / Редди Рама С.; Пер. с англ. В.В. Масалова, под ред. Д.П. Приходько. - М. : Техносфера, 2006. - 288 с. - ISBN 5-94836-055-5.
- 5.Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи / И.В. Шахнович. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Техносфера, 2006. - 288 с. - ISBN 5-94836070-9.

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 - .
- 2.БИОМЕДИЦИНСКАЯ РАДИОЭЛЕКТРОНИКА: Международный научно-прикладной журнал / Издательство "Радиотехника". - М. : Радиотехника, 1998 - .

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

- 1.eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. — Москва, 2000. — URL: <http://www.elibrary.ru/> (дата обращения: 24.09.2020). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
- 2.Scopus: экспертно кураторская база данных рефератов и цитат: сайт. — Elsevier, 2020. - URL: <http://www.scopus.com> (дата обращения: 24.09.2020). - 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: 24.09.2020). - 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.

Применяются следующие **модели обучения**: самостоятельная модель обучения (self-blended model of learning).

При проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах электронных презентаций и сопровождающих их текстовых файлов, содержащих описание лекционного материала в электронной информационной образовательной среде ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>.

Для самостоятельной работы используются **внешние электронные ресурсы** в формах учебных онлайн-курсов:

- Introduction to Power Electronics (URL: <https://www.coursera.org/learn/power-electronics>)
- Converter circuits (URL: <https://www.coursera.org/learn/converter-circuits>)
- Electrodynamics: Electric and Magnetic Fields (URL: <https://www.coursera.org/learn/electrodynamics-electric-magnetic-fields>)

Также обучающиеся могут использовать для самостоятельной работы научные онлайн-журналы, в которых публикуются статьи (в том числе обзорные) релевантные к теме дисциплины:

- Sensors (<https://www.mdpi.com/journal/sensors>).
- Energies (<https://www.mdpi.com/journal/energies/>).
- IEEE Access (<https://ieeaccess.ieee.org>).

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 и голосового чата Discord. Промежуточная аттестация проводится с использованием интернет-сервисов видеоконференций Zoom 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.БПЭИБС «Способен определять требования к конструктивным элементам и анализировать устройства беспроводной передачи энергии и информации к биотехническим системам».

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

Основной формой работы студентов в рамках изучаемого курса является подготовка научно-технических докладов, сопровождаемых презентациями. Такая форма самостоятельной работы способствует приобретению студентами важных навыков исследовательской деятельности: самостоятельный поиск и усвоение материала, выделение главного, формулировка выводов. При подготовке научно-технического доклада студент приобретает навыки правильного представления результатов своей работы, научиться кратко и чётко излагать свои мысли.

Конкретные темы докладов не являются обязательными. Преподаватель формулирует тематику занятия, на котором собирается выступить студент, после чего студент может самостоятельно сформулировать тему своего доклада. Соответствие темы доклада тематике занятия является дополнительным критерием оценки успешности выполнения студентом задания. Дополнительной формой контактной работы являются консультации. Консультации проводятся лектором по мере необходимости, их посещать необязательно.

При подборе материала для презентации следует руководствоваться следующими положениями:

- оптимальное количество источников научно-технической информации – 5-10;
- время, прошедшее с момента опубликования материала, не должно превышать 5 лет, поскольку в рамках курса изучаются быстроразвивающиеся области науки;
- публикации в газетах и научно-популярных изданиях не могут быть использованы в качестве источника информации, однако они могут стать отправными пунктами при поиске информации в сети Интернет. В публикации следует обратить внимание на название организации, проводящей исследования, и имена исследователей (если есть), после чего провести дополнительный поиск по ключевым словам с использованием названия организации и имён исследователей для того, чтобы найти работы по теме, опубликованные в академических изданиях.

При подготовке презентации следует руководствоваться следующими рекомендациями:

- в рамках темы доклада студент должен суметь выделить несколько ключевых постулатов, положений, проблем, которые надо донести до аудитории;

– при оформлении презентации следует стараться создавать самостоятельный документ, который может быть понят без сопроводительного текста; в то же время слайды не должны дублировать текст доклада – основные идеи должны раскрываться с помощью рисунков, схем, графиков и формул;

– при определении количества слайдов следует ориентироваться на выделенное для доклада время, опираясь на приблизительную формулу «один слайд – тридцать секунд»;

– для того, чтобы уложиться в отведённое время, необходимо самостоятельно выполнить пробное выступление с хронометражем, и скорректировать доклад, если заданная продолжительность не выдерживается;

– оформление презентации должно продемонстрировать умение пользоваться компьютерными программами, используемыми в этих целях;

– в презентации обязательно должны присутствовать такие структурные элементы, как список авторов, тема, актуальность, цели и задачи, основные положения, выводы, список использованной литературы.

Студентам, которые не выступают с докладами, для успешного участия в обсуждении доклада рекомендуется провести самостоятельный поиск научно-технической информации по теме доклада, подготовить вопросы к докладчику.

В данном случае в качестве источников информации можно использовать публикации в прессе и научно-популярных изданиях. На основе этих публикаций можно сформулировать уточняющие вопросы. Вопросы следует формулировать так, чтобы помочь докладчику полнее раскрыть излагаемый материал, при этом не должна ставиться цель поставить докладчика в тупик. В то же время, кроме вопросов, студент, участвующий в обсуждении, может делать уточняющие и дополняющие замечания. При этом, в свою очередь, он должен быть готов к встречным вопросам докладчика и других студентов. Такая форма участия в обсуждении обеспечит **интерактивность** процесса обсуждения.

Для успешной работы на семинарах студент так же должен самостоятельно готовиться к практическим занятиям. Преподаватель в конце каждого семинара объявляет тему следующего занятия. Студент самостоятельно ищет дополнительную информацию по теме и готовит вопросы к преподавателю так же, как он готовит вопросы к другим студентам, выступающим с научно-техническими докладами. Таким образом, стимулируется **активность** студентов на занятиях, которые проводятся в форме диалога преподавателя и студентов.

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/>.

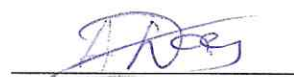
Мониторинг успеваемости студентов проводится в течение семестра трижды: по итогам 8, 12 и 16 учебной недели.

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., доцент



/А.А. Данилов /

доцент Института БМС,
к.т.н.



/Э.А. Миндубаев/

Рабочая программа дисциплины «Беспроводная передача энергии и информации в биологических средах» по направлению подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», направленности (профилю) «Биомедицинские электронные и компьютерные 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 /