

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Страхов С. Ю.
ФИО
« 11 » 20 22

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Направление/специальность подготовки	12.03.01 Приборостроение
Специализация/профиль/программа подготовки	Технология приборостроения
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	О Естественнонаучный
Выпускающая кафедра	О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА
Кафедра-разработчик рабочей программы	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

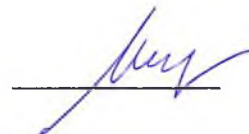
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

12.03.01 Приборостроение

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Смирнов Вениамин Васильевич, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**



Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф.



Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

О2 ИНЖИНИРИНГ И МЕНЕДЖМЕНТ КАЧЕСТВА

Заведующий кафедрой Марков А.В., д.т.н., проф.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-2.01 — способность выбирать датчики и первичные преобразователи, исходя из физических принципов их работы, элементы автоматизированных информационно-измерительных систем и компьютерные программы для их моделирования и проектирования, принимать участие в разработке и внедрении новых методов и средств технического контроля качества продукции.

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-2.01

знания:

основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения;

знать типы помех, каналы передачи помех;

знать законы РФ о электромагнитной совместимости;

умения:

формулировать конкретные измерительные задачи; выбирать способы и средства измерения для решения измерительной задачи, обосновывать выбор;

навыки:

применение специализированных компьютерных программ и справочной литературы в области моделирования измерительных приборов и систем; – проведение математического моделирования измерительных процессов;

иметь навык расчета электромагнитной совместимости радиоэлектронных устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.01 Приборостроение*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА, ЭЛЕКТРОНИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ТИПОВЫХ ПРИБОРОВ И УСТРОЙСТВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-2.01
3	5	Раздел 1. Источники помех. Чувствительные к помехам элементы. Электрические и магнитные поля промышленной частоты, повышение потенциала заземляющего устройства подстанции при протекании токов КЗ, переходные процессы при коммутациях в цепях низкого и высокого напряжений. Переходные процессы при ударах молнии. Разряды статического электричества. Электромагнитный импульс ядерного взрыва. Радиочастотные поля. Цифровые устройства и их защита. Область применения. Модели дискретных сигналов. Модулированные импульсные последовательности (МИП). Спектральная плотность МИП. Восстановление сигнала по МИП. Определение спектра аналогового сигнала по совокупности отсчётов. Дискретная свёртка. Структурная схема цифровой обработки непрерывных сигналов. Квантование сигналов в ЦФ. Алгоритм линейной цифровой фильтрации. Структура выходного сигнала цифрового фильтра. Виды ЦФ и их системные функции.	20	10	10	0	10	10
3	5	Раздел 2. Каналы передачи помех. Уровни помех. Механизмы связи. Связь через общее сопротивление, магнитная и электрическая связь, связь излучением. Возможность моделирования механизмов связи. Связь электромагнитного поля с автоматическими и автоматизированными системами управления электроэнергетическими объектами. Упрощенные модели передачи электромагнитных помех и методы их снижения. 2.3 Уровни электромагнитных помех на электроэнергетических объектах. Физические основы заземления электроустановок. Заземления и заземлители, характеристики грунтов, импульсные коэффициенты для различных типов заземлителей. Порядок выполнения заземления для источников энергии высокого и низкого напряжений. Выбор сечения проводников горизонтальных заземлителей и заземляющих проводников оборудования. Оценка площади, занимаемой искусственным заземлителем. Внутренние устройства заземления зданий. Выравнивание потенциалов внутренних систем заземления зданий.	20	10	10	0	10	20
3	5	Раздел 3. Помехоустойчивость. Пути обеспечения высокой помехоустойчивости систем. Выделение полезного сигнала с помощью линейного частотного фильтра. Отношение сигнал/шум на выходе фильтра. Согласованный линейный фильтр и построение его импульсной характеристики. Частотный коэффициент передачи согласованного фильтра. Сравнение помехоустойчивости с амплитудной и частотной модуляцией. Комплексные установки и модели для компьютеров для оценки помехоустойчивости. Резонансные явления при экранировании нестационарных полей в закрытых помещениях на гидростанциях. Экранирование замкнутых корпусов. Явление резонансной катастрофы, т.е. прекращение магнитного и электрического экранирующего действия корпуса. Волновой метод расчёта. Применение волнового метода для расчёта одностороннего экрана. Резонансные явления между двумя плоскими экранами. Волновые матрицы. Волновой характер нестационарного поля, вызванный токами смещения. Представление результирующего коэффициента затухания нестационарного поля в виде алгебраической суммы коэффициента затухания квазистационарного поля с коэффициентом затухания, учитывающим волновой характер нестационарного поля. Формулы для расчёта коэффициентов затухания магнитного и электрического полей с учётом токов смещения.	54	27	10	17	27	30
3	5	Раздел 4. Закон РФ об электромагнитной совместимости. Испытания. Основные статьи закона и ответственность за его нарушение. О государственном регулировании в области обеспечения электромагнитной совместимости технических средств. Предмет регулирования настоящего Федерального закона. Правовое регулирование отношений в области обеспечения электромагнитной совместимости технических средств. Цели государственного регулирования в области обеспечения электромагнитной совместимости технических средств.	14	4	4	0	10	40
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Помехоустойчивость.	Исследование заземления. Расчёт по специальной программе.	2
2		Исследование источников помех в радиоэлектронике	3
3		Исследование частотных характеристик пассивных фильтров. Исследование резонансных и интерференционных явлений при экранировании нестационарных полей.	4
4		Исследование частотных характеристик и чувствительности активного фильтра. Настройка добротности активного фильтра.	4
5		Анализ характеристик цифровых устройств.	4
Всего за 5 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Источники помех. Чувствительные к помехам элементы.	Изучение особенностей дисциплины, знакомство с рекомендуемой литературой. Изучение стандартов.	10
2	Раздел 2. Каналы передачи помех. Уровни помех.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы;	10
3	Раздел 3. Помехоустойчивость.	Подготовка к лабораторным занятиям; Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы	27
4	Раздел 4. Закон РФ об электромагнитной совместимости. Испытания.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы;	10
Всего за 5 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5				ЛР		ДР	ЛР		Контр.Р.	ДР	ЛР		ЛР		Контр.Р.	ДР	зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- зач. – зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- контрольная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Средства перехвата информации в линиях связи. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
2. В. В. Смирнов, В. А. Рогожин, Н. В. Сотникова. . Комплексное применение средств радиоэлектронной борьбы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009, эл. рес.
3. В. В. Смирнов, М. В. Вишенцев, В. А. Иванов. . Обеспечение электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
4. В.И. Ефанов, А.А. Тихомиров. . Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. : ТУСУР, 2021, эл. рес.
5. Л. Б. Кочин. . Средства радиоэлектронной защиты. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
6. С. В. Николаев, В. В. Смирнов. . Радиоэлектронная борьба: теория, техника и организация. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 139 экз.
7. Ю. К. Меньшаков. . Защита объектов и информации от технических средств разведки. М.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Радиотехника – XXI век.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/book/52371>. — ЭБС Лань;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Лабораторные занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Осциллограф цифровой запоминающий специальный ОЦЗС-02;
4. Генератор ГЗ-109;
5. Генератор ГЗ-123.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.01 Приборостроение*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационных и управляющих систем* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-2.01 способность выбирать датчики и первичные преобразователи, исходя из физических принципов их работы, элементы автоматизированных информационно-измерительных систем и компьютерные программы для их моделирования и проектирования, принимать участие в разработке и внедрении новых методов и средств технического контроля качества продукции..

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами электромагнитной совместимости радиоэлектронных устройств.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- контрольная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Источники помех. Чувствительные к помехам элементы.		
Изучение особенностей дисциплины, знакомство с рекомендуемой литературой. Изучение стандартов.	С. В. Николаев, В. В. Смирнов. . Радиоэлектронная борьба: теория, техника и организация: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (1) В. В. Смирнов, В. А. Рогожин, Н. В. Сотникова. . Комплексное применение средств радиоэлектронной борьбы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2009 (2)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Каналы передачи помех. Уровни помех.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 2 с использованием рекомендуемой литературы;	В. В. Смирнов, М. В. Вишенцев, В. А. Иванов. . Обеспечение электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (2)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Помехоустойчивость.		
Подготовка к лабораторным занятиям; Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 3 с использованием рекомендуемой литературы	. Средства перехвата информации в линиях связи: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2) Ю. К. Меньшаков. . Защита объектов и информации от технических средств разведки: М.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2002 (1-3)	27
Итого по разделу 3		27
Раздел 4. Закон РФ об электромагнитной совместимости. Испытания.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц раздела 4 с использованием рекомендуемой литературы;	Л. Б. Кочин. . Средства радиоэлектронной защиты: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (3) В.И. Ефанов, А.А. Тихомиров. . Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: : ТУСУР, 2021 (2-4)	10
Итого по разделу 4		10

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- контрольная работа;
- лабораторная работа;
- зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Контрольная работа

Контрольная работа проводится в виде теста. Студенту предлагается тест из 10 вопросов. Тест считается пройденным успешно, если правильно отвечено на 7 и более из 10 предложенных вопросов.

Лабораторная работа

Допуск к ЛР. Допуск к выполнению ЛР происходит при условии наличия у студента печатной версии протокола по лабораторной работе. Протокол содержит титульный лист, описание лабораторной работы, чертежи схемы для сборки и исследования, таблицы для заполнения данными, заготовки для построения графиков.

Отчет по ЛР. Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Отчет оформляется на основании протокола о выполнении ЛР, содержит (помимо информации из протокола) все необходимые расчеты и построенные графики, ответы на контрольные вопросы, выводы по работе. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление отчета и поведение студента во время защиты соответствуют указанным требованиям, студент получает максимальное количество баллов (по пятибалльной системе).

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от 1 до 2 являются:

- небрежное выполнение;
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов измерений

Зачет

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Итоговый контроль по дисциплине проходит в форме зачета. Зачет получают студенты при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий (раздел 4 рабочей программы).

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-2.01	
3	5	Раздел 1. Источники помех. Чувствительные к помехам элементы.	20	10	10	0	10	10	Контрольная работа
3	5	Раздел 2. Каналы передачи помех. Уровни помех.	20	10	10	0	10	20	Контрольная работа
3	5	Раздел 3. Помехоустойчивость.	54	27	10	17	27	30	Лабораторная работа
3	5	Раздел 4. Закон РФ об электромагнитной совместимости. Испытания.	14	4	4	0	10	40	Контрольная работа
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	