

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ В
РАДИОТЕХНИКЕ»

Направление: 11.03.01 Радиотехника

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной
подписью
Составитель программы: Фискин Евгений
Михайлович
Дата подписания: 23.06.2025

Документ подписан простой электронной
подписью
Утвердил и согласовал: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 25.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Электромагнитная совместимость и помехозащищенность в радиотехнике» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-4 Готовность к эксплуатации и развитию транспортных сетей и сетей передачи данных, включая спутниковые системы	ПКР-4.8
ПКР-5 Способность разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы	ПКР-5.7

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-4.8	Способен интегрировать, принимать новое оборудование сети радиодоступа, расширять и модернизировать действующее оборудование сети радиодоступа с учетом электромагнитной совместимости РЭС	Знать Теоретический материал, формулировки основных понятий в области электромагнитной совместимости РЭС. Уметь Интегрировать, принимать новое оборудование сети радиодоступа, расширять и модернизировать действующее оборудование сети радиодоступа с учетом электромагнитной совместимости РЭС. Владеть Основными математическими приемами расчета фильтров.
ПКР-5.7	Знает теоретический материал, формулировки основных понятий в области электромагнитной совместимости РЭС, элементную базу и принцип работы микроэлектронной аппаратуры, применяемой в радиотехнических устройствах	Знать теоретический материал, формулировки основных понятий в области электромагнитной совместимости РЭС, элементную базу и принцип работы микроэлектронной аппаратуры, применяемой в радиотехнических устройствах Уметь создавать электрические принципиальные схемы и проводить моделирование их работы. Владеть методами расчета фильтров.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Электромагнитная совместимость и помехозащищенность в радиотехнике» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик:

«Математика», «Физика», «Основы конструирования и технологии производства РЭС», «Приборы и техника радиоизмерений», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Электроника»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик:
«Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины	108	72	36
Аудиторные занятия, в том числе:	54	32	22
лекции	27	16	11
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	27	16	11
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	54	40	14
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет	Зачет	Зачет

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 7

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Проблема электромагнитной совместимости РЭС	1	2					2	5	Письменн ый опрос
2	Обеспечение ЭМС РЭС	2	4			1	2			Устный опрос
3	Технические способы обеспечения ЭМС РЭС	3	2					3	10	Письменн ый опрос
4	Государственные стандарты в	4	4			2	2			Письменн ый опрос

	области ЭМС.									
5	Основные тенденции повышения ЭМС РЭС	5	2			3	2	1	10	Контрольная работа
6	Помехоподавляющие элементы.	6	2			4, 5, 6	10	2	15	Письменный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		16				16		40	

Семестр № 8

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
7	Пассивные и активные помехи	1	2							Письменн ый опрос
8	Методы борьбы с организованными помехами	2	3			1	4	1	7	Письменн ый опрос
9	Повышение помехоустойчиво сти РЭС методами частотной селекции	3	2			2, 3	7			Письменн ый опрос
10	Повышение помехоустойчиво сти РЭС методами пространственной селекции	4	2							Устный опрос
11	Повышение помехоустойчиво сти РЭС методами амплитудной и временной селекции	5	2					2	7	Устный опрос
	Промежуточная аттестация									Зачет
	Всего		11				11		14	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 7

№	Тема	Краткое содержание
1	Проблема электромагнитной совместимости РЭС	Системный подход к проблеме электромагнитной совместимости. Алгоритмы назначения оптимальных частот РЭС.
2	Обеспечение ЭМС РЭС	Характеристики нежелательных излучений радиопередающих устройств РЭС и методы борьбы с ними. Характеристики нежелательных каналов приёма радиоприёмных устройств и методы борьбы с ними.

3	Технические способы обеспечения ЭМС РЭС	Снижение мощности побочных и внеполосных излучений и чувствительности неосновных каналов приёма. Применение антенн с направленным излучением. Синхронизация запуска взаимовлияющих РЭС. Применение схем компенсации помех.
4	Государственные стандарты в области ЭМС.	Федеральный закон "О государственном регулировании в области обеспечения электромагнитной совместимости технических средств", Технический регламент "Об электромагнитной совместимости"
5	Основные тенденции повышения ЭМС РЭС	Автоматизированное прогнозирование ЭМС РЭС. Разработки электродинамических и математических моделей. Статистические методы оценки ЭМС-параметров. Методы пространственно-временного разделения каналов, оптоэлектроники, распознавания образов и т.п. для реализации организационно-технических мер по обеспечению ЭМС РЭС;
6	Помехоподавляющие элементы.	Помехоподавляющие конденсаторы. Основные характеристики помехоподавляющих конденсаторов. Индуктивные элементы. Основные характеристики помехоподавляющих дросселей.

Семестр № 8

№	Тема	Краткое содержание
7	Пассивные и активные помехи	Классификация пассивных радиопомех. Классификация активных радиопомех. Характеристики пассивных помех. Характеристики активных помех.
8	Методы борьбы с организованными помехами	Общая характеристика методов борьбы с организованными радиопомехами. Организационные методы борьбы с помехами. Технические способы и средства защиты от помех.
9	Повышение помехоустойчивости РЭС методами частотной селекции	Перестройка несущей частоты. Многоканальность РЛС.
10	Повышение помехоустойчивости РЭС методами пространственной селекции	Выбор амплитудного и фазового распределения ЭМП по раскрыву антенны. Амплитудный метод компенсации радиопомех, действующих по боковым лепесткам диаграммы направленности антенны. Когерентный метод компенсации помех.
11	Повышение помехоустойчивости РЭС методами амплитудной и временной селекции	Селекция импульсов по уровню. Селекция сигналов при ограничении их снизу. Селекция импульсов по временному положению. Селекция импульсов по частоте повторения. Селекция импульсов по длительности.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 7

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Источники и рецепторы помех.	2
2	Государственные стандарты в области ЭМС	2
3	Применение помехоподавляющих фильтров для обеспечения ЭМС.	2
4	Проектирования фильтров на основе прототипов. Фильтр Баттерворта.	4
5	Проектирования фильтров на основе прототипов. Фильтр Чебышева.	4
6	Проектирование ВЧ-фильтров	2

Семестр № 8

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Расчет электромагнитного экранирования.	4
2	Экранирование в конструкциях РЭС	4
3	Расчет эффективности экранирования	3

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 7

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	10
2	Подготовка к зачёту	20
3	Подготовка к сдаче и защите отчетов	10

Семестр № 8

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	7
2	Подготовка к зачёту	7

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: интерактивная лекция, применение системы электронного обучения MOODLE.

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Фискин Е.М. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Теория и методы электромагнитной совместимости РЭС" для студентов по направлению подготовки/специальности 11.03.01 «Радиотехника».- 2018. (Электронный ресурс)

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Петровский, Владимир Ильич . Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов / Владимир Ильич Петровский, Юрий Евгеньевич Седельников, 1986. - 215 с.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 7 | Устный опрос

Описание процедуры.

Вопросы опроса охватывают материал определенной темы программы. Студенту задаются не более трех четко сформулированных вопросов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в устной форме в течение до 10 минут. Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы.

Критерии оценивания.

Полнота и правильность ответа при устном собеседовании; степень осознанности, понимания изученного материала.

6.1.2 семестр 7 | Контрольная работа

Описание процедуры.

Студент получает задание для проектирования фильтров на основе прототипов. Фильтр Баттерворта и Чебышева.

Критерии оценивания.

Расчеты выполнены правильно в соответствии с методикой. Студент ответил на контрольные вопросы.

6.1.3 семестр 7 | Письменный опрос

Описание процедуры.

Вопросы опроса охватывают материал определенной темы программы. Студенту задаются не более трех четко сформулированных вопросов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в письменной форме в течение до 10 минут. Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы.

Критерии оценивания.

Для успешной сдачи текущего контроля необходимо полно ответить на предлагаемые вопросы.

6.1.4 семестр 8 | Устный опрос

Описание процедуры.

Вопросы опроса охватывают материал определенной темы программы. Студенту задаются не более трех четко сформулированных вопросов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в устной форме в течение до 10 минут.

Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы.

Критерии оценивания.

Полнота и правильность ответа при устном собеседовании; степень осознанности, понимания изученного материала.

6.1.5 семестр 8 | Письменный опрос

Описание процедуры.

Вопросы опроса охватывают материал определенной темы программы. Студенту задаются не более трех четко сформулированных вопросов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в письменной форме в течение до 10 минут.

Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы.

Критерии оценивания.

Для успешной сдачи текущего контроля необходимо полно ответить на предлагаемые вопросы.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-4.8	Полнота и правильность ответа при устном собеседовании; степень осознанности, понимания изученного	Устное собеседование по теоретическим

	при выполнении практических работ.	вопросам и/или выполнение практических заданий
ПКР-5.7	Полнота и правильность ответа при устном собеседовании; степень осознанности, понимания изученного при выполнении практических работ.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 7, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Формы проведения зачёта – устный опрос.

Вопросы опроса охватывают весь пройденный материал программы. Студенту задаются не более трех четко сформулированных вопросов из различных разделов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в течение до 10 минут.

Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы, а также давать задачи и примеры по программе данной учебной дисциплины из числа заданий на практических занятиях (в случае выполнения практических работ не в полном объеме).

Пример задания:

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ(7 сем.)

1. Проблема ЭМС и методы ее решения.
2. Электромагнитная помеха (ЭМП) . Классификация ЭМП.
3. Источники помех, классификация.
4. Рецепторы помех, классификация.
5. Характеристики и параметры ЭМС передатчиков (излучение радиопередатчиков, основное излучение, внеполосное излучение, побочные излучения).
6. Характеристики и параметры ЭМС приемников.
7. Характеристики и параметры ЭМС антенных устройств.
8. Оценка помехоустойчивости приема сигнала при воздействии НЭМП через антенный вход радиоприемника.
9. Оценка действия станционных радиопомех при приеме АМ сигналов.
10. Особенности НЭМП при приеме телевизионных сигналов.
11. Фильтрация. Эффективность фильтрации.
12. Помехоподавляющие элементы. Конденсаторы.
13. Помехоподавляющие элементы. Индуктивности.

Контрольные вопросы (8 сем.)

1. Экранирование. Основные характеристики экранирования (коэффициент экранирования, эффективность экранирования)
2. Экранирование электромагнитного поля.
3. Экранирование магнитного поля.
4. Экранирование электрического поля.
5. Многослойное экранирование.
6. Заземление. Принципы построения системы заземления.
7. Способы заземления.
8. Конструирование многослойных печатных плат с учетом требований внутриаппаратурной ЭМС.
9. Пассивные электрорадиоизделия и их поведение на высоких частотах.
10. Емкостная и индуктивная электромагнитная связь в сигнальных линиях.
11. Развязка по питанию для интегральной схемы на печатной плате.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно отвечает на вопросы преподавателя	студент не имеет представление о содержании вопросов либо не в состоянии полно и логично раскрыть содержание вопросов.

6.2.2.2 Семестр 8, Типовые оценочные средства для проведения зачета по дисциплине

6.2.2.2.1 Описание процедуры

Формы проведения зачёта – устный опрос.

Вопросы опроса охватывают весь пройденный материал программы. Студенту задаются не более трех четко сформулированных вопросов из различных разделов, тем программы, рассчитанных по объему на ответ студента в течение до 10 минут.

Преподаватель может задавать уточняющие вопросы по существу ответа и дополнительные вопросы, а также давать задачи и примеры по программе данной учебной дисциплины из числа заданий на практических занятиях (в случае выполнения практических работ не в полном объеме).

Пример задания:

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ(7 сем.)

1. Проблема ЭМС и методы ее решения.
2. Электромагнитная помеха (ЭМП) . Классификация ЭМП.
3. Источники помех, классификация.
4. Рецепторы помех, классификация.
5. Характеристики и параметры ЭМС передатчиков (излучение радиопередатчиков, основное излучение, внеполосное излучение, побочные излучения).
6. Характеристики и параметры ЭМС приемников.
7. Характеристики и параметры ЭМС антенных устройств.
8. Оценка помехоустойчивости приема сигнала при воздействии НЭМП через антенный вход радиоприемника.

9. Оценка действия станционных радиопомех при приеме АМ сигналов.
10. Особенности НЭМП при приеме телевизионных сигналов.
11. Фильтрация. Эффективность фильтрации.
12. Помехоподавляющие элементы. Конденсаторы.
13. Помехоподавляющие элементы. Индуктивности.

Контрольные вопросы (8 сем.)

1. Экранирование. Основные характеристики экранирования (коэффициент экранирования, эффективность экранирования)
2. Экранирование электромагнитного поля.
3. Экранирование магнитного поля.
4. Экранирование электрического поля.
5. Многослойное экранирование.
6. Заземление. Принципы построения системы заземления.
7. Способы заземления.
8. Конструирование многослойных печатных плат с учетом требований внутриаппаратурной ЭМС.
9. Пассивные электрорадиоизделия и их поведение на высоких частотах.
10. Емкостная и индуктивная электромагнитная связь в сигнальных линиях.
11. Развязка по питанию для интегральной схемы на печатной плате.

6.2.2.2 Критерии оценивания

Зачтено	Не зачтено
Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно отвечает на вопросы преподавателя	студент не имеет представление о содержании вопросов либо не в состоянии полно и логично раскрыть содержание вопросов.

7 Основная учебная литература

1. Петровский Владимир Ильич. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов / Владимир Ильич Петровский, Юрий Евгеньевич Седельников, 1986. - 215.
2. Висящев А. Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетических системах : учеб. пособие для вузов / А. Н. Висящев, 2006. - 511.
3. Федосов Д. С. Учебное пособие по дисциплине Электромагнитная совместимость в электроэнергетических системах [Электронный ресурс] / Д. С. Федосов, 2012. - 182.
4. Электромагнитная совместимость [Электронный ресурс] : методические указания к лабораторным работам, практическим работам и самостоятельной работе очной и заочной форм обучения по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль "Электрические станции" / Иркут. нац. исслед. техн. ун-т, 2018. - 69.
5. Фискин Е. М. Электромагнитная совместимость в системах радиосвязи : электронный курс / Е. М. Фискин, 2022

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Пономарев Леонид Иванович. Основы ЭМС излучающих систем РЭС : учеб. пособие / Леонид Иванович Пономарев; Моск. авиац. ин-т им. Серго Орджоникидзе, 1989. - 104.
2. Климачев Константин Георгиевич. Основы прогнозирования и обеспечения ЭМС радиотехнических систем и устройств : учеб. пособие / К. Г. Климачев, Л. И. Пономарев, А. В. Шаталов, 1994. - 82.
3. Бородич Сергей Владимирович. ЭМС наземных и космических радиослужб : критерии, условия и расчет / Сергей Владимирович Бородич, 1990. - 272.
4. Антенны, элементы фидерного тракта и ЭМС излучающих систем : учеб. пособие / А. В. Витко [и др.]; под ред. Л. И. Пономарева, 1991. - 52.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows XP Prof rus (с активацией, коммерческая)

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютер Intel 3.2GHz/4Gb/1Tb/DVDRW/Foxconn50DV/Cardreader/NVIDIA 1Gb/ИБП Ippon 800/LG W1942/кл/мышь
2. Компьютер iC2D E7400/ASUS P5/2Gb/250Gb GF 512Mb/DVD-RW/FDD/кл/мышь/LCD LG 19/APC