МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЭКРАНИРОВАНИЕ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Электромагнитная совместимость**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телевидения и управления (ТУ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Курсовой проект	18	18	часов
Самостоятельная работа	92	92	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	216	216	часов
	6	6	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	7
Курсовой проект	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 59277

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. изучение принципов электромагнитного экранирования для локализации энергии электромагнитного поля и ослабления электромагнитного взаимовлияния между источником и рецептором радиоэлектронных средств.

1.2. Задачи дисциплины

1. ознакомление с базовыми основами экранирования.
2. ознакомление с основами экранирования пластиной.
3. ознакомление с основами экранирования корпусом.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Индекс дисциплины: Б1.В.19.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики	Применяет законы электростатики и электродинамики на практике.
	ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области	Анализирует проблемы и явления отражения и проникновения электромагнитных волн в заданные среды. Умеет применять методы решения математических задач в области электромагнитной совместимости.
	ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач	Умеет решать инженерные задачи проектирования электромагнитных экранов.
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 59277

ПКР-3. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПКР-3.1. Знает методы расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Умеет рассчитывать и проектировать элементы электромагнитных экранов для экранирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем.
	ПКР-3.2. Умеет рассчитывать и проектировать узлы и устройства радиотехнических систем в соотвествии с заданным техническим заданием и с применением средств автоматизированного проектирования	Рассчитывает и проектирует конструкторские средства ослабления электромагнитных помех. в соответствии с заданным техническим заданием и с применением средств автоматизированного проектирования.
	ПКР-3.3. Владеет навыкам расчёта и проектирования деталей, узлов и устройств радиотехнических систем	Умеет рассчитывать и проектировать электромагнитные экраны.
	ПКР-3.4. Владеет навыкам по обеспечению электромагнитной совместимости радиотехнических систем	Знает основы обеспечения электромагнитной совместимости с использованием электромагнитных экранов.
ПКР-4. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПКР-4.1. Знает базовые принципы контроля соответствия стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам разрабатываемых проектов и технической документации	Знает основные нормативные документы применяемы при измерениях эффективности экранирования корпусом и пластиной.
	ПКР-4.2. Умеет осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Умеет организовать и контролировать проект по требуемой технической документации или нормативным документам.
	ПКР-4.3. Владеет навыкам контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Обладает навыкам контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем

Согласована на портале № 59277

и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	88	88
Лекционные занятия	36	36
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Курсовой проект	18	18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	92	92
Написание отчета по курсовому проекту	52	52
Подготовка к тестированию	16	16
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	24	24
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	216	216
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	6

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр							

Согласована на портале № 59277

1 Электромагнитное экранирование: общие сведения	2	4	-	18	4	28	ОПК-1, ПКР-4, ПКР-3
2 Экранирование полупространства бесконечным плоским экраном	6	2	4		22	52	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
3 Экранирования полупространства замкнутым электромагнитным экраном с апертурой	6	-	4		22	50	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
4 Особенности экранирования в области низких частот	4	2	4		10	38	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
5 Экранирование симметричных и несимметричных линий передачи	4	2	-		12	36	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
6 Взаимовлияния источника, рецептора и электромагнитного экрана	4	-	-		10	32	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
7 Моделирование эффективности экранирования	4	4	-		4	30	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
8 Измерение эффективности экранирования	6	4	4		8	40	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
Итого за семестр	36	18	16	18	92	180	
Итого	36	18	16	18	92	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Электромагнитное экранирование: общие сведения	Общие термины и определения. Количественная оценка эффективности экранирования. Зависимость эффективности экрана от характера источника поля. Виды экранов.	2	ОПК-1, ПКР-4
	Итого	2	

Согласована на портале № 59277

2 Экранирование полупространства бесконечным плоским экраном	Отражение, проникновение и ослабление амплитуды напряжённостей поля при воздействии плоской электромагнитной волной на бесконечно плоский однородный электромагнитный экран. Сравнение экранирующих свойств различных однородных материалов. Особенности экранирования многослойными двухстенными и и биметаллическими электромагнитными экранами. Композитные электромагнитные экраны.	6	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	6	
3 Экранирования полупространства замкнутым электромагнитным экраном с апертурой	Проникновение и ослабление амплитуды напряжённости поля при воздействии плоской электромагнитной волной на полый корпус из однородного материала с одной или группой апертур. Экранирование корпусом с внутренним заполнением. Влияние неоднородности в апертуре корпуса на частотную зависимость эффективности экранирования.	6	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	6	
4 Особенности экранирования в области низких частот	Эффективность экранирования элементарных электрических и магнитных диполей. Экранирование электрического диполя и витка с током в области очень низких частот. Особенности частотных зависимостей экранирующих свойств для электрического диполя и витка с током. Сравнение частотных зависимостей эффективности экранирования в области низких частот для разных металлов.	4	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
5 Экранирование симметричных и несимметричных линий передачи	Эффективность экранирования симметричной и несимметричной линий передачи цилиндрическим экраном. Экранирование металлической оплётки на экранирующие свойства линий передачи. Рекомендации к практическому использованию электромагнитных экранов для линий передачи.	4	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	

Согласована на портале № 59277

6 Взаимовлияния источника, рецептора и электромагнитного экрана	Особенности экранирования вложенных друг в друга электромагнитных экранов. Влияние электрического соединения и заземления между экранирующими конструкциями. Оптимизация геометрических параметров и расположения вложенных экранирующих конструкций.	4	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
7 Моделирование эффективности экранирования	Особенности аналитического, квазистатического и электродинамического вычисления эффективности экранирования корпусом и пластиной.	4	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
8 Измерение эффективности экранирования	Нормативные документы применяемые при измерении эффективности экранирования. Методы, способы и устройства для измерения экранирующих свойств материалов, корпусов и устройств в целом. Измерение помехоэмиссии и помехоустойчивости устройства с экраном и без него.	6	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	6	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Электромагнитное экранирование: общие сведения	Расчёт эффективности экранирования металлическим корпусом с одной и группой апертур. Проектирование экранирующего корпуса.	4	ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
2 Экранирование полупространства бесконечным плоским экраном	Расчёт частотных зависимостей эффективности экранирования плоского однородного экрана.	2	ПКР-3, ПКР-4
	Итого	2	
4 Особенности экранирования в области низких частот	Расчёт эффективности экранирования пластиной витка с током.	2	ПКР-3, ПКР-4
	Итого	2	

Согласована на портале № 59277

5 Экранирование симметричных и несимметричных линий передачи	Построение моделей и вычисление эффективности экранирования для симметричных и несимметричных линий передачи с экраном.	2	ПКР-3, ПКР-4
	Итого	2	
7 Моделирование эффективности экранирования	Вычисление частотных зависимостей эффективности экранирования для разных металлов и сплавов, а также корпусов с различным количеством и геометрическими размерами апертуры.	4	ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
8 Измерение эффективности экранирования	Пересчёт измеренных величин в эффективность экранирования. Решение задач по исключению оснастки при измерениях.	4	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
2 Экранирование полупространства бесконечным плоским экраном	Моделирование эффективности экранирования полупространства бесконечным электромагнитным барьером при падении плоской электромагнитной волны на него.	4	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
3 Экранирования полупространства замкнутым электромагнитным экраном с апертурой	Моделирование эффективности экранирования металлического корпуса при падении на его апертуру плоской электромагнитной волны.	4	ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
4 Особенности экранирования в области низких частот	Измерение эффективности экранирования корпусом при помощи двух витков с током.	4	ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
8 Измерение эффективности экранирования	Измерение помехоэмиссии интегральной схемы без и с экраном.	4	ПКР-3, ПКР-4
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

Согласована на портале № 59277

5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр		
Согласование и утверждение технического задания.	2	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
Проведение консультации по выполнению курсовой работы.	12	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4
Проведение консультации по оформлению курсового проекта и презентации для его защиты.	2	ПКР-3, ПКР-4
Проведение защиты.	2	ПКР-4
Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Расчёт экранирующих свойств плоского электромагнитного экрана разных геометрических размеров при изменении расстояния между экраном и рецептором.
2. Расчёт экранирующих свойств плоского электромагнитного экрана из разного материала при изменении расстояния между экраном и рецептором.
3. Расчёт эффективности экранирования металлического корпуса при падении на его прямоугольную апертуру плоской электромагнитной волны.
4. Расчёт эффективности экранирования металлического корпуса при падении на перфорированной фронтальную стенку плоской электромагнитной волны.
5. Расчёт эффективности экранирования металлического корпуса с заполнением.
6. Расчёт эффективности экранирования металлического корпуса с заполнением апертуры диэлектрическим материалом.

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Электромагнитное экранирование: общие сведения	Написание отчета по курсовому проекту	2	ОПК-1, ПКР-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПКР-4	Тестирование
	Итого	4		
2 Экранирование полупространства бесконечным плоским экраном	Написание отчета по курсовому проекту	12	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Лабораторная работа
	Итого	22		

Согласована на портале № 59277

3 Экранирования полупространства замкнутым электромагнитным экраном с апертурой	Написание отчета по курсовому проекту	12	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПКР-3, ПКР-4	Лабораторная работа
	Итого	22		
4 Особенности экранирования в области низких частот	Написание отчета по курсовому проекту	4	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-3, ПКР-4	Лабораторная работа
	Итого	10		
5 Экранирование симметричных и несимметричных линий передачи	Написание отчета по курсовому проекту	10	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Итого	12		
6 Взаимовлияния источника, рецептора и электромагнитного экрана	Написание отчета по курсовому проекту	8	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Итого	10		
7 Моделирование эффективности экранирования	Написание отчета по курсовому проекту	2	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Итого	4		

Согласована на портале № 59277

8 Измерение эффективности экранирования	Написание отчета по курсовому проекту	2	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-3, ПКР-4	Лабораторная работа
	Итого	8		
Итого за семестр		92		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		128		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности					Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб.	
ОПК-1	+	+	+	+	+	Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-3	+	+	+	+	+	Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-4	+	+	+	+	+	Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Лабораторная работа	0	20	20	40
Тестирование	15	0	15	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	15	20	35	100
Нарастающим итогом	15	35	70	100

Согласована на портале № 59277

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Отчет по курсовому проекту	20	40	40	100
Итого максимум за период	20	40	40	100
Нарастающим итогом	20	60	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Седельников, Ю. Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / Ю. Е. Седельников, Д. А. Веденькин ; под редакцией Ю. Е. Седельникова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 318 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/viewer/elektromagnitnaya-sovmestimost-radioelektronnyh-sredstv-498936#page/1.

2. Заболоцкий, А. М. Электромагнитная совместимость: преднамеренные силовые электромагнитные воздействия: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А. М. Заболоцкий, Т. Р. Газизов, С. П. Куксенко. — Томск: ТУСУР, 2018. — 114 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8163.

7.2. Дополнительная литература

Согласована на портале № 59277

1. Дмитриева, М. Л. Электромагнитная совместимость и средства защиты : учебно-методическое пособие / М. Л. Дмитриева, В. П. Закарюкин, А. В. Крюков. — Иркутск : ИрГУПС, 2020. — 96 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/157884.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Тихомиров, А. А. ЭКРАНИРОВАНИЕ УЗЛОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ : учебное пособие / А. А. Тихомиров, В. И. Ефанов. — Москва : ТУСУР, 2011. — 13 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/11703 .

2. Капралов, М. Е. Электромагнитная совместимость : учебно-методическое пособие / М. Е. Капралов, В. Ф. Янушкевич. — Новополоцк : ПГУ, 2020. — 273 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/176974.

3. Заболоцкий, А. М. Электромагнитная совместимость: моделирование и обеспечение: Учебно-методическое пособие по практическим и самостоятельным занятиям для аспирантов [Электронный ресурс] / А. М. Заболоцкий, С. П. Куксенко. — Томск: ТУСУР, 2017. — 96 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7503.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория информатики: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 210 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;

Согласована на портале № 59277

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Elcut6.0;
- Octave 4.2.1;
- Scilab;
- TALGAT2016;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория цифрового телерадиовещания: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Частотомер 43-33 - 5 шт.;
- Генератор Г3-109 - 6 шт.;
- Вольтметр В7-26 - 7 шт.;
- Макет № 1 - 5 шт.;
- Макет № 2 - 5 шт.;
- Макет № 3 - 2 шт.;
- Осциллограф G05-620 - 5 шт., Keysight - 5 шт.;
- Цифровой телевизионный передатчик - 9 шт.;
- Телевизор "Рубин" BENQ - 8 шт.;
- Анализатор сигналов IT-15T2 - 8 шт.;
- ТВ приставка - 8 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Elcut6.0;
- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Octave 4.2.1;
- Scilab;
- TALGAT2016;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Лаборатория цифрового телерадиовещания: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Частотомер 43-33 - 5 шт.;
- Генератор Г3-109 - 6 шт.;
- Вольтметр В7-26 - 7 шт.;
- Макет № 1 - 5 шт.;
- Макет № 2 - 5 шт.;
- Макет № 3 - 2 шт.;
- Осциллограф G05-620 - 5 шт., Keysight - 5 шт.;

Согласована на портале № 59277

- Цифровой телевизионный передатчик - 9 шт.;
- Телевизор "Рубин" BENQ - 8 шт.;
- Анализатор сигналов IT-15T2 - 8 шт.;
- ТВ приставка - 8 шт.;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Concept-II 12.0;
- Elcut6.0;
- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Octave 4.2.1;
- Scilab;
- TALGAT2016;

8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Согласована на портале № 59277

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Электромагнитное экранирование: общие сведения	ОПК-1, ПКР-4, ПКР-3	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Экранирование полупространства бесконечным плоским экраном	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Экранирования полупространства замкнутым электромагнитным экраном с апертурой	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Особенности экранирования в области низких частот	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Экранирование симметричных и несимметричных линий передачи	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 59277

6 Взаимовлияния источника, рецептора и электромагнитного экрана	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Моделирование эффективности экранирования	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Измерение эффективности экранирования	ОПК-1, ПКР-3, ПКР-4	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков

Согласована на портале № 59277

5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1.

Какое из определений верно? Восприимчивость (электромагнитная) технического средства – это способность …	А.	источника реагировать на электромагнитную помеху.
	Б.	рецептора реагировать на электромагнитную помеху.
	В.	ослаблять действие электромагнитной помехи за счет дополнительных средств защиты от помех, не относящихся к принципу действия или построения технического средства.
	Г.	противостоять воздействию электромагнитной помехи.

2.

Как располагают антенну при определении резонансной частоты прямоугольной экранированной камеры? Приемную антенну располагают в центре, соосно передающей антенне, при этом передающую антенну располагают горизонтально и...	А.	параллельно меньшей стене камеры.
	Б.	перпендикулярно меньшей стене камеры.
	В.	параллельно большей стене камеры.
	Г.	перпендикулярно большей стене камеры.

3.

Какое из определений верно? Помехозащищенность технического средства – это способность …	А.	ослаблять действие электромагнитной помехи за счет дополнительных средств защиты от помех, не относящихся к принципу действия или построения технического средства.
	Б.	усиливать восприимчивость рецептора и реагировать на электромагнитную помеху.
	В.	противостоять воздействию электромагнитной помехи за счет принципа действия или построения технического средства.
	Г.	источника реагировать на электромагнитную помеху.

Согласована на портале № 59277

4.

Какое из определений верно? Рецептор – это техническое средство, …	А.	реагирующее на источник излучаемый электромагнитную помеху.
	Б.	чувствительное к внешней окружающей среде.
	В.	излучающий электромагнитную помеху в окружающее его пространство.
	Г.	реагирующее на электромагнитный сигнал и/или электромагнитную помеху.

5.

Какое характеристическое сопротивление в вакууме для электромагнитного поля в дальней зоне?	А.	60π.
	Б.	347 Ом.
	В.	120π.
	Г.	367 Ом.

6.

Какое из определений верно? Электромагнитная совместимость технических средств (ТС) – это	А.	способность ТС функционировать и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим ТС
	Б.	способность ТС функционировать с заданным качеством.
	В.	способность ТС функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим ТС
	Г.	способность ТС не создавать недопустимых электромагнитных помех другим ТС

7.

Какое устройство или элемент конструкции устройства, предназначен для ослабления проникновения поля в определённую область?	А.	Фильтр синфазных помех
	Б.	Фильтр дифференциальных помех
	В.	Электромагнитный экран
	Г.	Смеситель

8.

Что такое время радиочастотный шум? Это электромагнитный шум, …	А.	создаваемый ТС.
	Б.	спектральные составляющие, которого находятся вне полосы частот ТС
	В.	спектральные составляющие, которого находятся в полосе частот ТС
	Г.	помеха распространяющаяся в пространстве.

9.

Испытания экранированных камер на эффективность экранирования проводят методом сравнения, где сравнивают два последовательных измерения электромагнитного поля –	в частотной и временной областях.
	электрического и магнитного полей.
	затухания за счет тепловых потерь и многократных внутренних переотражений в стенке экрана.
	без экрана и ослабление экраном.

10.

Восприимчивость (электромагнитная) технического средства – это способность …	источника реагировать на электромагнитную помеху.
	рецептора реагировать на электромагнитную помеху.
	ослаблять действие электромагнитной помехи за счет дополнительных средств защиты от помех, не относящихся к принципу действия или построения технического средства.
	противостоять воздействию электромагнитной помехи.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Природа электромагнитных помех;
2. Клетка Фарадея;
3. Назначение камер безэховых ;
4. Камеры, переносные экранированные;
5. Антенные применяемые для измерений эффективности экранирования;
6. Основные понятия электромагнитного экранирования;
7. Нормы и стандарты для измерения эффективности экранирования;
8. Плоская электромагнитная волна;
9. Эффективность электромагнитного экранирования пластиной;
10. Эффективность электромагнитного экранирования корпусом.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Пояснить порядок и принцип расчёта эффективности экранирования плоского электромагнитного экрана.
2. Пояснить порядок и принцип расчёта эффективности экранирования для двух плоских электромагнитных экранов.
3. Принцип расчёта эффективности экранирования металлического корпуса с апертурой.

Согласована на портале № 59277

4. Принцип расчёта эффективности экранирования металлического корпуса с перфорированной фронтальную стенкой.
5. Особенности расчёта эффективности экранирования металлического корпуса с заполнением.
6. Особенности расчёта эффективности экранирования металлического корпуса с заполнением апертуры.

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Расчёт экранирующих свойств плоского электромагнитного экрана разных геометрических размеров при изменении расстояния между экраном и рецептором.
2. Расчёт экранирующих свойств плоского электромагнитного экрана из разного материала при изменении расстояния между экраном и рецептором.
3. Расчёт эффективности экранирования металлического корпуса при падении на его прямоугольную апертуру плоской электромагнитной волны.
4. Расчёт эффективности экранирования металлического корпуса при падении на перфорированной фронтальную стенку плоской электромагнитной волны.
5. Расчёт эффективности экранирования металлического корпуса с заполнением.
6. Расчёт эффективности экранирования металлического корпуса с заполнением апертуры диэлектрическим материалом.

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Моделирование эффективности экранирования полупространства бесконечным электромагнитным барьером при падении плоской электромагнитной волны на него.
2. Моделирование эффективности экранирования металлического корпуса при падении на его апертуру плоской электромагнитной волны.
3. Измерение эффективности экранирования корпусом при помощи двух витков с током.
4. Измерение помехоэмиссии интегральной схемы без и с экраном.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями

Согласована на портале № 59277

здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 59277

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 59 от «28» 11 2018 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
Заведующий обеспечивающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ТУ	А.Н. Булдаков	Согласовано, d65c269c-f546-4509-b920-73aeef59fee4
Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. ТУ	М.Е. Комнатнов	Разработано, ea7770b4-5518-4d2d-8b0f-320513d0c19f

Согласована на портале № 59277