МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ В КОНСТРУКЦИЯХ БОРТОВОЙ КОСМИЧЕСКОЙ РАДИОАППАРАТУРЫ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Конструирование и производство бортовой космической радиоаппаратуры**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиоконструкторский факультет (РКФ)**
Кафедра: **Кафедра конструирования и производства радиоаппаратуры (КИПР)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	8	8	часов
Самостоятельная работа	64	64	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 56122

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью освоения дисциплины является ознакомление студентов с особенностями требований электромагнитной совместимости при проектировании и эксплуатации современных электронных средств, включая объекты микро и наноэлектроники, при наличии непреднамеренных радиопомех естественного и искусственного происхождения в конструкциях бортовой космической аппаратуры.

1.2. Задачи дисциплины

1. Основной задачей дисциплины является формирование у студентов знания основных источников помех естественного и искусственного происхождения, особенностей их влияния на функционирование электронных средств, способов и методы борьбы с внешними и внутренними электромагнитными наводками и помехами в конструкциях бортовой космической аппаратуры.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.03.01.
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		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПКС-6. Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников	ПКС-6.1. Знает принципы логического синтеза и анализа научно-технических проблем	Применяет ринципы логического синтеза и анализа научно-технических проблем
	ПКС-6.2. Умеет работать с литературой для проведения анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора и изучения литературных и патентных источников	Работает литературой для проведения анализа состояния научно-технической проблемы путем подбора и изучения литературных и патентных источников
	ПКС-6.3. Владеет навыками патентного исследования	Применяет патентные исследования

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Согласована на портале № 56122

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
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	44	44
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	8	8
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	64	64
Подготовка к зачету	16	16
Написание конспекта самоподготовки	16	16
Подготовка к тестированию	17	17
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	4
Написание отчета по лабораторной работе	5	5
Написание отчета по практическому занятию (семинару)	6	6
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

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.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр						
1 Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совместимости конструкций ЭС	2	-	-	6	8	ПКС-6
2 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости.	4	-	-	7	11	ПКС-6
3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	2	-	-	6	8	ПКС-6
4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	2	-	-	6	8	ПКС-6
5 Экранирование.	2	-	4	11	17	ПКС-6
6 Устранение высокочастотных помех	2	6	4	12	24	ПКС-6
7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех и электростатических разрядов (ЭСР))	2	6	-	8	16	ПКС-6

Согласована на портале № 56122

8 Обеспечение ЭМС на основе частотных, пространственных и временных факторов.	2	6	-	8	16	ПКС-6
Итого за семестр	18	18	8	64	108	
Итого	18	18	8	64	108	

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
2 семестр			
1 Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совмести- мости конструкций ЭС	Особенности измерений и испытаний в области ЭМС. Возникновение мощных электростатических разрядов на борту космических объектов. Тактико-технические характеристики измерительно-пеленгационных комплексов.	2	ПКС-6
	Итого	2	
2 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости.	Особенности измерений и испытаний в области ЭМС. Задачи измерений и испытаний в области ЭМС.	2	ПКС-6
	Характеристики измерений и испытаний в области ЭМС: широкий диапазон частот; широкий динамический диапазон уровней сигналов и помех; разнообразие спектров; разнообразие методов и методик измерений; требования к средствам изме-рения; использования метрологической аттеста- ции; стандартизация методов, средств и методик измерений; широкая сфера методов и средств из- мерений; специфические средства измерений.	2	ПКС-6
	Итого	4	
3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	Организационные и технические меры по обеспечению ЭМС РЭС. Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями. Распределение полос частот между различными радиослужбами.Выбор рабочих частот при разносе между частотами РЭС, при котором непреднамеренные помехи ослабляются до приемлемых значений. Совместное использование ресурсов в частотной и пространственной областях.	2	ПКС-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 56122

4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	Нормируемые параметры радиопередающих устройств. Нормируемые параметры радиоприемных устройств..Эксплуатация систем специальной радиоэлектроники. радиоприемных устройств; антенно-фидерных устройств.Восприимчивость радиоприемного устройства. Каналы приема: основной; неосновной. Неосновные каналы побочные и внеполосные. Комбинационный канал. Прямое прохождение помех. Комбинационные свисты. Интерференционные свисты. Эффекты блокирования или перекрестной модуляции. Интермодуляция. Частотная избирательность.	2	ПКС-6
	Итого	2	
5 Экранирование.	Экранирование и фильтрация. Общие сведения об экранировании. Электростатическое экранирование. Экранирование постоянного и медленно изменяющегося магнитного поля. Экранирование высокочастотного магнитного поля. Экранирование помехонесущего электромагнитного поля. Общие сведения о фильтрах. Сглаживающие фильтры и их расчет. Высокочастотные фильтры и их расчет.	2	ПКС-6
	Итого	2	
6 Устранение высокочастотных помех	Устранение высокочастотных помех в цепях питания. Заземление. Типы заземлений. Правила выполнения заземлений. Типичные схемы заземлений аппаратуры. Схемы устранения контуров заземлений. Устранение высокочастотных помех за счёт уменьшения полного сопротивления между шинами питания и заземления. Снижения уровня излучения за счет сближения шасси и печатного узла.	2	ПКС-6
	Итого	2	
7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех и электростатических разрядов (ЭСР))	Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех. Общие с ведения об электростатических разрядах. Общие сведения об электромагнитной обстановке при грозовых разрядах и о грозозащите. Типы грозовых разрядов: линейная молния; шаровая молния; тихие разряды. Меры защиты от мощных разрядов.	2	ПКС-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 56122

8 Обеспечение ЭМС на основе частотных, пространственных и временных факторов.	Схема определения местоположения РЭС. Схема углового разноса системы связи с искусственного спутника Земли (ИСЗ) и радиорелейной линии (РРЛ).Использование поляризационных различий. Использование временного фактора. Методы временного бланкирования основаны.	2	ПКС-6
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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
2 семестр			
6 Устранение высокочастотных помех	Расчёт эффективности экранов. Расчёт активного фильтра нижних частот.	6	ПКС-6
	Итого	6	
7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех и электростатических разрядов (ЭСР))	Расчёт активного фильтра верхних частот. Расчёт активного полосового фильтра.	6	ПКС-6
	Итого	6	
8 Обеспечение ЭМС на основе частотных, пространственных и временных факторов.	Расчёт сглаживающих фильтров. Расчёт высокочастотных фильтров.	6	ПКС-6
	Итого	6	
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
2 семестр			
5 Экранирование.	Расчет и исследование активных фильтров Баттер- ворта.	4	ПКС-6
	Итого	4	
6 Устранение высокочастотных помех	Компьютерное проектирование активных фильтров Баттерворта и Чебышева.	4	ПКС-6
	Итого	4	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

Согласована на портале № 56122

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

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
2 семестр				
1 Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совмести- мости конструкций ЭС	Подготовка к зачету	2	ПКС-6	Зачёт
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПКС-6	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	2	ПКС-6	Тестирование
	Итого	6		
2 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости.	Подготовка к зачету	2	ПКС-6	Зачёт
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПКС-6	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	3	ПКС-6	Тестирование
	Итого	7		
3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	Подготовка к зачету	2	ПКС-6	Зачёт
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПКС-6	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	2	ПКС-6	Тестирование
	Итого	6		
4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	Подготовка к зачету	2	ПКС-6	Зачёт
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПКС-6	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	2	ПКС-6	Тестирование
	Итого	6		
5 Экранирование.	Подготовка к зачету	2	ПКС-6	Зачёт
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПКС-6	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	2	ПКС-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКС-6	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	3	ПКС-6	Отчет по лабораторной работе
	Итого	11		

Согласована на портале № 56122

6 Устранение высокочастотных помех	Подготовка к зачету	2	ПКС-6	Зачёт
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПКС-6	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	2	ПКС-6	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ПКС-6	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКС-6	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПКС-6	Отчет по лабораторной работе
	Итого	12		
7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех и электростатических разрядов (ЭСР))	Подготовка к зачету	2	ПКС-6	Зачёт
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПКС-6	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	2	ПКС-6	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ПКС-6	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	8		
8 Обеспечение ЭМС на основе частотных, пространственных и временных факторов.	Подготовка к зачету	2	ПКС-6	Зачёт
	Написание конспекта самоподготовки	2	ПКС-6	Конспект самоподготовки
	Подготовка к тестированию	2	ПКС-6	Тестирование
	Написание отчета по практическому занятию (семинару)	2	ПКС-6	Отчет по практическому занятию (семинару)
	Итого	8		
Итого за семестр		64		
Итого		64		

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.	Сам. раб.	

Согласована на портале № 56122

ПКС-6	+	+	+	+	Зачёт, Конспект самоподготовки, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практическому занятию (семинару)

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
2 семестр				
Зачёт	0	0	0	0
Конспект самоподготовки	7	7	7	21
Лабораторная работа	5	7	7	19
Тестирование	6	6	6	18
Отчет по лабораторной работе	7	7	7	21
Отчет по практическому занятию (семинару)	7	7	7	21
Итого максимум за период	32	34	34	100
Нарастающим итогом	32	66	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)

Согласована на портале № 56122

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Электромагнитная совместимость РЭС: Учебное пособие / В. Г. Козлов - 2012. 147 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1277.
2. Государственный экзамен по специальности 160905 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»: Учебное пособие для подготовки студентов к сдаче теоретической части Государственного экзамена / В. Н. Татаринов, Е. В. Масалов, А. С. Шостак, В. Г. Козлов - 2012. 171 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1256.

7.2. Дополнительная литература

1. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем: Учебное пособие / А. А. Тихомиров, В. И. Ефанов - 2012. 229 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/748.
2. Космические радиотехнические системы: Учебное пособие / Б. П. Дудко - 2012. 291 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1728.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Техническая эксплуатация радиоэлектронного оборудования: Методические указания по практическим занятиям, лабораторным работам и самостоятельной работе студентов / В. Г. Козлов - 2018. 26 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7197.
2. Электромагнитная совместимость РЭС: Методические указания по практическим, по лабораторным занятиям, по курсовому проектированию и по самостоятельной работе студентов / В. Г. Козлов - 2012. 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1704.
3. Теория электрической связи: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / Ю. П. Акулиничев - 2012. 123 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1756.
4. Электромагнитная совместимость РЭС: Учебное пособие / В. Г. Козлов - 2012. 147 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1277.

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

Согласована на портале № 56122

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 проектирования микроволновых устройств: 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 проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 405 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Панорамные измерители КСВН и ослабления типа Р-2 со сменными блоками № 3 (3,2-5,6 ГГц), № 4 (5,6-8,3 ГГц), № 5 (8,15-12,05 ГГц) - 3 шт.;
- Генератор сигналов высокочастотный (4,5-5,6 ГГц) - 4 шт.;
- Измерительная линия Р1-36, Р1-3 - 2 шт.;
- Направленные детекторы коаксиальные 3,2-5,6 и 4,0-12,05 ГГц;
- Комплект рупорных антенн;
- Ферритовые вентили волноводные 5,5-8,3 ГГц, коаксиальные 2-4 и 1,5-3 ГГц;
- Комплект волноводных и коаксиальных нагрузок;
- Аттенюаторы, переходы, разъемы и др. пассивные устройства СВЧ;
- Телевизор-монитор Philips;
- Генератор сигналов векторный 0,01…6 ГГц с опцией*11Р* Г7М-06/2;
- Генератор качающей частоты ГКЧ-61, ГКЧ-57;
- Анализатор цепей скалярный Р2М-04А;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- ANSYS AIM Student;
- PTC Mathcad 13, 14;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория проектирования микроволновых устройств: 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 проведения групповых и индивидуальных консультаций; 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 405 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Панорамные измерители КСВН и ослабления типа Р-2 со сменными блоками № 3 (3,2-5,6 ГГц), № 4 (5,6-8,3 ГГц), № 5 (8,15-12,05 ГГц) - 3 шт.;
- Генератор сигналов высокочастотный (4,5-5,6 ГГц) - 4 шт.;
- Измерительная линия Р1-36, Р1-3 - 2 шт.;
- Направленные детекторы коаксиальные 3,2-5,6 и 4,0-12,05 ГГц;
- Комплект рупорных антенн;
- Ферритовые вентили волноводные 5,5-8,3 ГГц, коаксиальные 2-4 и 1,5-3 ГГц;
- Комплект волноводных и коаксиальных нагрузок;
- Аттенюаторы, переходы, разъемы и др. пассивные устройства СВЧ;
- Телевизор-монитор Philips;
- Генератор сигналов векторный 0,01…6 ГГц с опцией*11Р* Г7М-06/2;
- Генератор качающей частоты ГКЧ-61, ГКЧ-57;
- Анализатор цепей скалярный Р2М-04А;
- Магнитно-маркерная доска;

Согласована на портале № 56122

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- ANSYS AIM Student;
- PTC Mathcad 13, 14;

8.4. 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.

8.5. 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

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)

Согласована на портале № 56122

1 Пути обеспечения внутренней и внешней электромагнитной совмести-мости конструкций ЭС	ПКС-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости.	ПКС-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения. Обеспечение ЭМС на основе частотных факторов	ПКС-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Нормирование параметров радиоизлучений, влияющих на ЭМС ЭС	ПКС-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Экранирование.	ПКС-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 56122

6 Устранение высокочастотных помех	ПКС-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
7 Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех и электростатических разрядов (ЭСР))	ПКС-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий
8 Обеспечение ЭМС на основе частотных, пространственных и временных факторов.	ПКС-6	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Конспект самоподготовки	Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по практическому занятию (семинару)	Темы практических занятий

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

Согласована на портале № 56122

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
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. Емкостное сопротивление поглощает сигнал: а) низкой частоты; б) высокой частоты; в) сверхвысокие частоты; г) сигналы радиочастот; д) все ответы верны; е) все ответы не верны.

Согласована на портале № 56122

2. Причинами ложного отключения выключателя 220 кВ являются: а) перекрытие с ЗУ на цепи постоянного тока; б) импульсные помехи в цепях оперативного тока; в) импульсные помехи в сети постоянного тока более 2 кВ; г) помехи в цепях дискретных сигналов; д) все ответы верны; е) все ответы не верны.
3. Один непер равен: а) 17,3 дБ; б) 0,115 дБ; в) 2,3 дБ; г) 8,686 дБ; д) все ответы не верны.
4. К мероприятиям по снижению магнитного влияния помехи не относятся: а) снижение до возможных пределов взаимной индуктивности за счет сокращения длины проводников, увеличение расстояния между сетевыми и информационными проводами, уменьшение площади контура,подвергающегося влиянию; б) уменьшение площади контура, подвергающегося влиянию; в)уменьшение скорости изменения магнитного потока при помощи короткозамкнутой петли, расположенной непосредственно у контура; г) расположение контуров ортогонально; д) компенсация индуцированного в контуре напряжения скруткой проводов; е) все ответы верны; ж) все ответы не верны.
5. Эффективность экрана зависит: а) от конфигурации экрана; б) от геометрических размеров экрана; в) от частоты или скорости изменения поля; г) от магнитной проницаемости материала экрана; д) от амплитуды электромагнитного поля; е) все ответы верны; ж) все ответы не верны.
6. Расшифруйте аббревиатуру ЭМС РЭС. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных систем.
7. Выделите одну правильную фразу в каждой скобке. Помеха возникает, если (генерируется большая электромагнитная энергия, принятая энергия приводит к нежелательному поведению приемника, передача энергии очень эффективна, энергия полностью поглощается приемником).
8. Выделите одно правильное слово в каждой скобке. (Своевременный, "несвоевременный") учет ЭМС приводит к увеличению (качества, "себестоимости") изделия и "задержкам" в графике
его выпуска.
9. Выделите одно правильное слово в каждой скобке. Чем (позже, "раньше") делаются затраты на ЭМС, тем они ("меньше", больше) .
10. Самый низкий уровень декомпозиции РЭА: а) блок; б) компонент; в) стойка; г) элемент.
11. Самый высокий уровень декомпозиции РЭА: а) блок; б) система; в) стойка; г) элемент.
12. Координационное расстояние это: а) расстояние между двумя координатами; б) это расстояние координатой и реперной точкой; в) расстояние между двумя радиоустройствами, при котором возможна штатная работа каждого; г) расстояние между двумя точками на карте.
13. В дальней зоне интенсивность помех изменяется пропорционально: а) квадрату расстояния; б) кубу расстояния; в) длине волны; г) расстоянию.
14. В ближней зоне интенсивность помех изменяется пропорционально: а) квадрату расстояния; б) кубу расстояния; в) длине волны; г) расстоянию.
15. Величина скин слоя зависит от :а) частоты; б) магнитной проницаемости; в)температуры материала; г) от проводимости.
16. Что называют приемлемой помехой: а) помеха принимается рецептором; б) помеха слабая; б) помеха номинальная по величине для данного устройства; г) помеха для данного комплекта аппаратуры, при котором сохраняются заявленные характеристики аппаратуры.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Термины, относящиеся к электромагнитной совместимости (ЭМС).
2. Разделение навнешнюю и внутреннюю электромагнитные совместимости РЭС в свете системного подхода.
3. Пути обеспечения внутренней электромагнитной совместимости.
4. Пути обеспечения внешней электромагнитной совместимости.
5. Решение вопросов обеспечения ЭМС РЭС в различных подразделениях базы эксплуатации радиотехнического оборудования и связи.
6. Организационные и технические меры по обеспечению ЭМС РЭС.
7. Распределение радиочастотного ресурса и его ограничения международными и государственными организациями.

Согласована на портале № 56122

8. Обеспечение измерений и испытаний в области электромагнитной совместимости.
9. Нормирование параметров радиоизлучений и приема РЭС, влияющих на ЭМС.
10. Радиоизлучения передающих устройств и их нормируемые параметры.
11. Нормируемые параметры радиоприемных устройств, связанные с ЭМС.
12. Электростатическое экранирование.
13. 13. Экранирование постоянного и медленно изменяющегося магнитного поля.
14. Экранирование высокочастотного магнитного поля.
15. Экранирование помехонесущего электромагнитного поля.
16. Общие сведения о фильтрах.
17. Сглаживающие фильтры и их расчет.

9.1.3. Примерный перечень тем для конспектов самоподготовки

1. Уровни разукрупнения РЭС.
2. Принципы системного подхода: взаимозависимость системы и среды; открытость системы; ингерентность; множественность описания; целостность системы на основе частей, несводимость системы к сумме её элементов, целенаправленность системы); наличие в системах тех-нических и физических противоречий; расчленение (декомпозиция) системы.
3. Восприимчивость радиоприемного устройства. Каналы приема: основной; неосновной. Не- основные каналы побочные и внеполосные. Комбинационный канал. Прямое прохождение помех. Комбинационные свисты. Интерференционные свисты. Эффекты блокирования или перекрестной модуляции. Интермодуляция. Частотная избирательность.
4. Выбор рабочих частот при разносе между частотами РЭС, при котором непреднамеренные помехи ослабляются до приемлемых значений. Совместное использование ресурсов в частотной ипространственной областях. Использование совпадающих радиочастот территориально разнесенных средств.
5. Общие сведения о фильтрах. Сглаживающие фильтры и их расчет. Высокочастотные фильтры и их расчет.
6. Тактико-технические характеристики измерительно-пеленгационных комплексов. Порта- тивный измерительный комплекс («НПФ Микран»).
7. Методы защиты РЭС от мощных электромагнитных помех.Общие сведения об электромаг- нитной обстановке при грозовых разрядах и о грозозащите. Типы грозовых разрядов: линейная молния; шаровая молния; тихие разряды.
8. Меры защиты от грозовых разрядов. Схема защиты источников питания.
9. Электростатические разряды на летательных объектах. Меры защиты от ЭСР.

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Расчет и исследование активных фильтров Баттер- ворта.
2. Компьютерное проектирование активных фильтров Баттерворта и Чебышева.

9.1.5. Темы практических занятий

1. Расчёт эффективности экранов. Расчёт активного фильтра нижних частот.
2. Расчёт активного фильтра верхних частот. Расчёт активного полосового фильтра.
3. Расчёт сглаживающих фильтров. Расчёт высокочастотных фильтров.

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

Согласована на портале № 56122

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 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;

Согласована на портале № 56122

– 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 № 56122

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КИПР
протокол № 6 от «19» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac
Заведующий обеспечивающей каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КИПР	Н.Н. Кривин	Согласовано, 61bb81d6-898a-4d50-b92b-bf79399fcfac
Доцент, каф. КИПР	А.А. Чернышев	Согласовано, 72a81577-12a0-4023-8fe9-e3b84d6716fc

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. КИПР	А.С. Шостак	Разработано, f467a646-8184-4763-bfac-663d85d65d29

Согласована на портале № 56122