**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

# ЦЕЛОСТНОСТЬ СИГНАЛА И ПИТАНИЯ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Электромагнитная совместимость радиоэлектронной аппаратуры**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телевидения и управления (ТУ)**
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 | 12 | 12 | часов |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 | часов |
| Самостоятельная работа | 102 | 102 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 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 № 60988

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Подготовка студентов в области обеспечения целостности сигнала и питания.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Ознакомление обучающихся с теоретическими основами обеспечения целостности сигнала и питания.
2. Выполнение расчета и моделирования для обеспечения целостности сигнала и питания.
3. Получение практических навыков использования способов обеспечения целостности сигнала и питания.

## 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.05.01.
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** | | |
| ПКР-5. Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки и улучшения качества предоставляемых услуг связи, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов | ПКР-5.1. Знает требования технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов | Знать требования технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов в области обеспечения целостности сигнала и питания. |
| | ПКР-5.2. Умеет организовывать и проводить экспериментальные испытания | Уметь организовывать и проводить экспериментальные испытания по обеспечению целостности сигнала и питания. |
| | ПКР-5.3. Владеет навыками оценки и улучшения качества предоставляемых услуг | Владеть навыками оценки и улучшения качества целостности сигнала и питания. |

Согласована на портале № 60988

| | | |
|---|---|---|
| ПКС-1. Способен разрабатывать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, обеспечивающих рост технических характеристик при проектировании радиоэлектронной аппаратуры | ПКС-1.1. Знает современные методы приема, передачи и обработки сигналов | Знать современные методы приема, передачи и обработки сигналов в области обеспечения целостности сигнала и питания. |
| | ПКС-1.2. Умеет разрабатывать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, позволяющих улучшить технических характеристики радиоэлектронной аппаратуры | Уметь разрабатывать перспективные методы приема, передачи и обработки сигналов, с учетом обеспечения целостности сигнала и питания, позволяющих улучшить технических характеристики радиоэлектронной аппаратуры. |
| | ПКС-1.3. Владеет навыками проектирования радиоэлектронной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости | Владеть навыками проектирования радиоэлектронной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости сигнальных цепей и цепей питания. |

## 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 4 зачетных единиц, 144 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 |
|---|---|---|
| | | 2 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 42 | 42 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 12 | 12 |
| Лабораторные занятия | 12 | 12 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 102 | 102 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 18 | 18 |
| Подготовка к тестированию | 36 | 36 |
| Подготовка к контрольной работе | 24 | 24 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | 12 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 12 | 12 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 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

Согласована на портале № 60988

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | | | |
| 1 Введение. | 2 | - | - | 6 | 8 | ПКР-5 |
| 2 Параметры линий передачи. | 2 | 2 | - | 10 | 14 | ПКР-5, ПКС-1 |
| 3 Модальный анализ. | 2 | 2 | - | 10 | 14 | ПКР-5, ПКС-1 |
| 4 Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат. | 2 | - | - | 6 | 8 | ПКР-5, ПКС-1 |
| 5 Система питания и заземления. | 2 | - | - | 6 | 8 | ПКР-5, ПКС-1 |
| 6 Отражения в межсоединениях печатных плат. | 2 | 2 | 4 | 18 | 26 | ПКР-5, ПКС-1 |
| 7 Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат. | 2 | 2 | 4 | 18 | 26 | ПКР-5, ПКС-1 |
| 8 Паразитные параметры печатных узлов. | 2 | 2 | 4 | 18 | 26 | ПКР-5, ПКС-1 |
| 9 Дифференциальные пары. | 2 | 2 | - | 10 | 14 | ПКР-5, ПКС-1 |
| Итого за семестр | 18 | 12 | 12 | 102 | 144 | |
| Итого | 18 | 12 | 12 | 102 | 144 | |

### 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 Введение. | Цели и задачи дисциплины. Основные понятия и определения. Нормативно-техническая документация в области электромагнитной совместимости сигнальных цепей и цепей питания. | 2 | ПКР-5 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Параметры линий передачи. | Эквивалентная схема элементарного участка линии передачи. Телеграфные уравнения. Первичные и вторичные параметры линий передачи. Типы линий передачи. Требования, предъявляемые к линиям передачи. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Модальный анализ. | Основные понятия. Режимы возбуждения в связанных линиях передачи. Четная и нечетная моды. Матрица преобразования. Выражения для нахождения модальных токов и напряжений. Оценка целостности сигнала с помощью модального анализа. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 60988

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат. | Целостность сигналов и питания, как задача обеспечения электромагнитной совместимости. Основные причины искажений сигналов в межсоединениях печатных плат и способы их уменьшения. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Система питания и заземления. | Классификация систем заземления. Требования к заземлению. Особенности разработки топологии системы питания в печатных платах. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Отражения в межсоединениях печатных плат. | Падающие и отраженные волны в линии передачи. Волновое сопротивление. Коэффициент отражения. Диаграмма координата-время. Причины возникновения отражений в линиях передачи и способы их минимизации для обеспечения целостности сигнала и питания. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат. | Перекрестные наводки в межсоединениях печатных плат. Механизм связи активной и пассивной линий. Перекрестные помехи на ближнем и дальнем концах пассивной линии. Рекомендации по минимизации перекрестных помех. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Паразитные параметры печатных узлов. | Паразитные емкости и индуктивности. Причины появления паразитных параметров. Компоновка печатных плат с целью уменьшения паразитных параметров. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Дифференциальные пары. | Основы дифференциальной передачи сигналов. Конструкция дифференциальной пары. Рекомендации по проектированию дифференциальной пары. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | 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** | | | |

Согласована на портале № 60988

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Параметры линий передачи. | Расчет параметров линий передачи. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Модальный анализ. | Модальный анализ распространения сигнала. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Отражения в межсоединениях печатных плат. | Анализ распространения сигнала с учетом отражений. Способы согласования в межсоединениях печатных плат. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат. | Вычисление параметров перекрестных помех. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Паразитные параметры печатных узлов. | Методики и модели для учета паразитных параметров печатных узлов. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Дифференциальные пары. | Помехи в дифференциальных парах. | 2 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 12 | |
| Итого | | 12 | |

### 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** | | | |
| 6 Отражения в межсоединениях печатных плат. | Отражения в межсоединениях печатных плат. | 4 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат. | Перекрестные помехи в межсоединениях печатных плат. | 4 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Паразитные параметры печатных узлов. | Паразитные параметры печатных узлов. | 4 | ПКР-5, ПКС-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 12 | |
| Итого | | 12 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в

Согласована на портале № 60988

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 Введение. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-5 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-5 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 2 Параметры линий передачи. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Итого | 10 | | |
| 3 Модальный анализ. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Итого | 10 | | |
| 4 Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 5 Система питания и заземления. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 6 Отражения в межсоединениях печатных плат. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 18 | | |

Согласована на портале № 60988

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 18 | | |
| 8 Паразитные параметры печатных узлов. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 18 | | |
| 9 Дифференциальные пары. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Тестирование |
| | Подготовка к контрольной работе | 4 | ПКР-5, ПКС-1 | Контрольная работа |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 102 | | |
| Итого | | 102 | | |

### 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. | |
| ПКР-5 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе |

Согласована на портале № 60988

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ПКС-1 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе |

## 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 с оценкой | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Контрольная работа | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Лабораторная работа | 0 | 10 | 10 | 20 |
| Тестирование | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по лабораторной работе | 0 | 10 | 10 | 20 |
| 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

Согласована на портале № 60988

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. Электромагнитная совместимость: модальные технологии: Учебное пособие / А. М. Заболоцкий, Т. Р. Газизов - 2018. 132 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8132.

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

4. Гончаровский, О. В. Проектирование устройств и систем с высокоскоростными соединениями : учебное пособие / О. В. Гончаровский. — Пермь : ПНИПУ, 2015. — 208 с. — ISBN 978-5-398-01495-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/160351.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Калимулин И.Ф. Методики и модели для учета паразитных параметров печатных узлов при анализе ЭМС бортовой РЭА космических аппаратов / И.Ф. Калимулин [и др.]; рец. А. Ю. Матросова и В.А. Майстренко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. - 160 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

2. Салов, В.К. Совершенствование моделирования и обеспечения электромагнитной совместимости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов: монография / В. К. Салов [и др.] ; рец. А. Г. Дмитренко; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. - 131 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

3. Мелкозеров, А.О. Компьютерное моделирование и оптимизация электромагнитной совместимости бортовой аппаратуры космических аппаратов: монография / А.О. Мелкозеров, Р.И. Аширбакиев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск: ТУСУР, 2013. - 220 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.).

4. Орлов, П.Е. Новые подходы к совершенствованию электрических соединений бортовой аппаратуры космических аппаратов: монография / П. Е. Орлов, Т. Р. Газизов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : ТУСУР, 2013. - 184 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.).

5. Электромагнитная совместимость РЭС: Учебное пособие / В. Г. Козлов - 2012. 147 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1277.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Газизов Т.Р. Электромагнитная совместимость и безопасность радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие для вузов / Т.Р. Газизов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТМЛПресс, 2007. – 256 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

2. Заболоцкий А.М. Временной отклик многопроводных линий передачи / А.М. Заболоцкий, Т.Р. Газизов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: Томский государственный университет, 2007. - 152с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 75 экз.).

3. Исследование эффектов блокирования, интермодуляционных и перекрёстных искажений в радиоприёмном устройстве: Руководство к лабораторным работам для подготовки магистров по направлению 11.04.02 — Инфокоммуникационные технологии и системы связи, дисциплина «Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем» / А. Ю. Попков, В. В. Нам, Р. О. Ромашов - 2015. 50 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4979.

Согласована на портале № 60988

4. Конструирование радиоэлектронной и электронно-вычислительной аппаратуры с учетом электромагнитной совместимости : производственно-практическое издание / А. Д. Князев, Л. Н. Кечиев, Б. В. Петров. - М. : Радио и связь, 1989. - 222[2] с. : ил. - Библиогр.: 222 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.).

5. Теория электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств и систем: Учебно-методическое пособие по практическим, лабораторным и самостоятельным занятиям / С. П. Куксенко - 2016. 72 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6528.

6. Архитектура систем на кристалле: Методические рекомендации к практическим занятиям / Н. В. Милованов - 2011. 53 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/584.

### 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;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Microsoft Windows XP;
- TALGAT2016;

Согласована на портале № 60988

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

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;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- Microsoft Windows XP;
- TALGAT2016;

### 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

Согласована на портале № 60988

**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) |
|---|---|---|---|
| 1 Введение. | ПКР-5 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Параметры линий передачи. | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Модальный анализ. | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат. | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Система питания и заземления. | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Отражения в межсоединениях печатных плат. | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

Согласована на портале № 60988

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 Перекрестные помехи в межсоединения печатных плат. | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 8 Паразитные параметры печатных узлов. | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 9 Дифференциальные пары. | ПКР-5, ПКС-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

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 |

Согласована на портале № 60988

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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<br>или<br>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. Эффект близости проводников друг к другу приводит к (.....) в проводниках
   а. снижению потерь;
   б. росту потерь;
   в. появлению потерь.
2. Электромагнитная совместимость - это способность удовлетворительно функционировать и не мешать работе других в данной (.....) обстановке.
   а. финансовой,
   б. экологической,
   в. электромагнитной,
   г. погодной.
3. В паре связанных линий без потерь уровень перекрёстных наводок на ближнем конце пассивной линии прямо пропорционален (.....) коэффициентов емкостной и индуктивной связи:
   а. разности,
   б. сумме,

Согласована на портале № 60988

в. отношению,
г. произведению

4. Отражения сигнала от нагрузок на концах межсоединения уменьшаются (чем?)
   а. фильтром.
   б. согласованием.
   в. экраном.
5. Одним из основных способов уменьшения времени задержки сигналов в межсоединениях является уменьшение их (....)
   а. длины,
   б.ширины,
   в.высоты
6. Модальные искажения в многопроводной линии передачи обусловлены (.....)
   а. потерями,
   б. дисперсией,
   в. отражениями,
   г. различием задержек мод
7. В паре связанных линий без потерь уровень перекрёстных наводок на дальнем конце пассивной линии прямо пропорционален (.....) коэффициентов емкостной и индуктивной связи
   а. разности,
   б. сумме,
   в. отношению,
   г. произведению.
8. Дифференциальный усилитель представляет собой комбинацию следующих операционных усилителей:
   а. инвертирующего и интегрирующего;
   б. неинвертирующего и интегрирующего;
   в. инвертирующего и неинтегрирующего;
   г. дифференцирующего и интегрирующего;
9. Экранирование является основным средством ослабления электромагнитных помех из-за
   а. общего импеданса;
   б. излучения;
   в. распространения по проводникам.
10. Помеха возникает, если
    а. генерируется большая электромагнитная энергия;
    в. распространения по проводникам.
11. При проектировании систем заземления надо:
    а. поддерживать импеданс заземления на как можно более низком уровне;
    б. контролировать токи, протекающие между различными источниками и нагрузками, особенно через общие участки системы заземления;
    в. не создавать замкнутых контуров заземления, чувствительных к магнитному полю.
12. Выбрать основные задачи ЭМС:
    а. излучаемые эмиссии;
    б. восприимчивость к излучениям;
    в. кондуктивные эмиссии;
    г. восприимчивость к кондуктивным эмиссиям.
13. Экранирование является основным средством ослабления электромагнитных помех изза
    а. общего импеданса;
    б. излучения;
    в. распространения по проводникам.
14. По своему назначению помехоподавляющие фильтры – это, как правило, широкополосные
    а. полосопропускающие фильтры;
    б. фильтры верхних частот;
    в. фильтры нижних частот;
    г. фазовые фильтры;
    д. поглощающие фильтры.

Согласована на портале № 60988

15. Рост числа проводников микрополосковой линии (.....) максимальную разность погонных задержек мод
    а. уменьшает;
    б. увеличивает;
    в. не влияет на.
16. С ростом электрической длины межсоединения их анализирую как цепи с (.....) параметрами:
    а. сосредоточенными;
    б. распределенными;
    в. паразитными.
17. В двух согласованных микрополосковых линиях перекрёстная наводка на ближнем конце пассивной линии от сигнала с линейно нарастающим фронтом в активной линии имеет (.....)
    полярность:
    а) двойную;
    б) отрицательную;
    в) положительную;
18. В режиме холостого хода отраженная волна имеет (.....) фазу, что и падающая, в режиме короткого замыкания отраженная волна имеет (.....) фазу, что и падающая:
    а. ту же, ту же;
    б. ту же, противоположную;
    в. противоположную, ту же;
    г. противоположную, противоположную.
19. Уровень наводки на конце (.....) линии пропорционален скорости изменения напряжения в активной линии:
    а. активной;
    б. пассивной;
    в. связанной.
20. Для импульса в активной линии длительностью менее (.....) ширина импульса в начале пассивной линии равна ширине импульса в активной линии:
    а. 2Т;
    б. Т;
    в. 3Т.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Перекрестные наводки в межсоединениях печатной плате.
2. Механизм связи активной и пассивной линий.
3. Отражения в линиях передачи печатной платы.
4. Эквивалентная схема элементарного участка линии передачи. Телеграфные уравнения.
5. Линия передачи. Однородная линия передачи. Неоднородная линия передачи.
6. Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат. Основные причины искажений сигналов в межсоединениях и способы их уменьшения.
7. Конструкции печатных плат. Стек печатной платы.
8. Основы дифференциальной передачи сигналов. Конструкция дифференциальной пары.
9. Рекомендации по проектированию дифференциальной пары.
10. Системы питания и заземления.
11. Помехи в шине питания и их устранение.
12. Рекомендации по проектированию системы питания и заземления.
13. Неоднородности в линиях передачи (Разветвление сигнального проводника. Поворот сигнального проводника. Металлизированное переходное отверстие. Меандровая линия задержки.
    Контактная площадка)
14. Наиболее распространенные виды поперечных сечений печатных плат. Многослойная печатная плата.
15. Микрополосковая линия передачи. Полосковая линия передачи. Копланарная линия передачи.
16. Волновые процессы в линии передачи.

Согласована на портале № 60988

17. Уравнения для отрезка линии передачи.
18. Перекрестная помеха на ближнем конце пассивной линии. Перекрестная помеха на дальнем конце пассивной линии.
19. Рекомендации по уменьшению перекрестных помех.
20. Понятие электрически длинной и короткой линии передачи.

#### 9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Печатная плата.
2. Искажения электрических сигналов в межсоединениях печатных плат Линия передачи.
3. Телеграфные уравнения.
4. Отражения в линиях передачи печатной платы.
5. Перекрестные наводки в межсоединениях печатной плате.
6. Дифференциальная пара.
7. Неоднородности в линиях передачи.
8. Система питания и заземления.

#### 9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Отражения в межсоединениях печатных плат.
2. Перекрестные помехи в межсоединениях печатных плат.
3. Паразитные параметры печатных узлов.

### 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 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

Согласована на портале № 60988

| 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 № 60988

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТУ
протокол № 9 от «10» 12 2020 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:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. ТУ | А.М. Заболоцкий | Разработано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Ассистент, каф. ТУ | Е.Б. Черникова | Разработано, 40d310a8-926e-409e-9809-0655f6021c79 |

Согласована на портале № 60988