**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

# СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЭС

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
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 |
| Лабораторные занятия | 36 | 36 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 36 | 36 | часов |
| Самостоятельная работа | 126 | 126 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 180 | 180 | часов |
| | 5 | 5 | 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 № 64340

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Создать представления у магистрантов о структуре радиотехнических САПР, принципах работы и проблемах основных подсистем, а также направлениях их развития.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение структуры систем компьютерного проектирования РЭС и проблем современных радиотехнических САПР.
2. Изучение проблем качества моделей для современных САПР.
3. Изучение особенностей расчета некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости.

## 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.02.02.
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-1. Способен самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов | ПКР-1.1. Знает принципы подготовки и проведения научных исследований и технических разработок. | Знает основные этапы анализа и синтеза РЭС - от системного моделирования до экспериментальных измерений. |
| | ПКР-1.2. Умеет планировать порядок проведения научных исследований. | Умеет обеспечить вложенность различных уровней анализа и синтеза РЭС - системного уровня, уровня принципиальных схем и т.д. |
| | ПКР-1.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования. | Владеет навыками выбора алгоритмов анализа РЭС и методов измерения их характеристик. |

Согласована на портале № 64340

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-2. Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ | ПКР-2.1. Знает физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем. | Знает модели элементов РЭС, также различные алгоритмы расчета сигналов в РЭС. |
| | ПКР-2.2. Умеет формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и моделирования радиотехнических устройств и систем. | Умеет определять цели синтеза структуры и параметров РЭС, умеет настраивать и использовать алгоритмы анализа сигналов в РЭС. |
| | ПКР-2.3. Владеет математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования объектов радиотехники. | Владеет основным математическим инструментарием моделирования и расчета характеристик РЭС. |
| ПКР-3. Способен разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования | ПКР-3.1. Знает методы разработки эффективных алгоритмов решения научно-исследовательских задач. | Знает методы расчет нелинейно-инерционных радиотехнических цепей методом переходных процессов и методом гармонического баланса. |
| | ПКР-3.2. Умеет применять алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования. | Умеет использовать алгоритмы расчета радиотехнических цепей в основных современных САПР. |
| | ПКР-3.3. Владеет навыками разработки стратегии и методологии исследования радиотехнических устройств и систем. | Владеет навыками проектирования радиотехнических систем на системном уровне. |

## 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 5 зачетных единиц, 180 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 |

Согласована на портале № 64340

| | | |
|---|---|---|
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 54 | 54 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 36 | 36 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 126 | 126 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 9 | 9 |
| Подготовка к контрольной работе | 70 | 70 |
| Подготовка к тестированию | 9 | 9 |
| Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 26 | 26 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 12 | 12 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 180 | 180 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 5 | 5 |

## 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 | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | | |
| 1 Классификация и проблемы систем компьютерного проектирования РЭС | 2 | - | 9 | 11 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| 2 Проблемы качества моделей для современных САПР | 2 | - | 16 | 18 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| 3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости | 2 | 24 | 22 | 48 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| 4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей | 2 | - | 9 | 11 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| 5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей | 2 | 12 | 22 | 36 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| 6 Электротепловой расчет элементов и цепей | 2 | - | 18 | 20 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| 7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей | 2 | - | 10 | 12 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| 8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов | 2 | - | 10 | 12 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| 9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта | 2 | - | 10 | 12 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| Итого за семестр | 18 | 36 | 126 | 180 | |
| Итого | 18 | 36 | 126 | 180 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

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

Согласована на портале № 64340

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 Классификация и проблемы систем компьютерного проектирования РЭС | Структура CAD-систем. Влияние сложности несущих сигналов на погрешность моделирования Трудности алгоритмизации автоматического структурного синтеза схем | 2 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Проблемы качества моделей для современных САПР | Линейные и нелинейные модели. Нелинейность в радиотехнике. Универсальная модель нелинейно-инерционных систем. Разделение инерции и нелинейности. Рекурсивные нелинейно-инерционные модели. Квазистатические и неквазистатические нелинейные модели. Модели полигармонических искажений. Модели на основе ряда Вольтерра. Эквивалентные схемы основных нелинейных элементов | 2 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости | Расчет линейных цепей. Расчет нелинейных цепей на постоянном токе. Расчет нелинейно-инерционных цепей с рекурсией и без, с итерациями и без. Проблемы сходимости расчете нелинейных цепей. Метод гармонического баланса. | 2 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей | Определение чувствительности. Связь допуска на характеристики цепи с чувствительностью цепи. Анализ чувствительности в AWR Design Environment | 2 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей | Телеграфные уравнения и расчет цепей в приближении Т-волны. Однопроводная линия передачи и системы ее параметров. Соотношение свойств индуктивности, емкости и линии передачи. Однопроводная линия передачи с потерями и ее свойства. Переход от геометрических параметров к электрическим и обратно. Многопроводные линии передачи. Интерпретация электромагнитной связи между линиями. | 2 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 64340

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Электротепловой расчет элементов и цепей | Температурная зависимость характеристик основных элементов. Электротепловые аналогии. Термодинамическая нелинейная модель транзистора. | 2 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей | Классификация подходов к автоматизированному структурному синтезу цепей. Иерархический и декомпозиционный принципы в структурном синтезе. Структурная оптимизация. Генетические алгоритмы. Синтез линейных четырехполюсников с учетом свойств взаимности, реактивности и симметричности. Мастера автоматизированного синтеза в AWR Design Environment. | 2 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов | Задание целей оптимизации, варьируемых параметров и граничных условий. Одно- и многокритериальная оптимизация. Основные оптимизационные алгоритмы. | 2 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 2 | |
| 9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта | Общая идея и преимущества расчетно-экспериментального метода проектирования. Аппаратное обеспечение расчетно-экспериментального метода проектирования. Интеграция измерительных систем с системами моделирования. Новые возможности оптимизации проектируемых РЭС в системах с встраиванием реального объекта. | 2 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Не предусмотрено учебным планом

### 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** | | | |

Согласована на портале № 64340

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости | Расчет линейной цепи рекурсивным методом во временной области. | 12 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Расчет переходных процессов в нелинейно-инерционной цепи методом рекурсии во временной области. | 12 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 |
| | Итого | 24 | |
| 5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей | Структурный и параметрический синтез фильтра на линиях передачи методом прототипа на сосредоточенных элементах | 12 | ПКР-1, ПКР-2 |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 36 | |
| Итого | | 36 | |

### 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 Классификация и проблемы систем компьютерного проектирования РЭС | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 7 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 9 | | |
| 2 Проблемы качества моделей для современных САПР | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 6 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 16 | | |

Согласована на портале № 64340

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 6 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Лабораторная работа |
| | Итого | 22 | | |
| 4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 7 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 9 | | |
| 5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 6 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | ПКР-1, ПКР-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 22 | | |
| 6 Электротепловой расчет элементов и цепей | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 8 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 18 | | |

Согласована на портале № 64340

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| 9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 8 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |
| Итого за семестр | | 126 | | |
| Итого | | 126 | | |

### 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. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПКР-1 | + | + | + | Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Задачи и упражнения |
| ПКР-2 | + | + | + | Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Задачи и упражнения |
| ПКР-3 | + | + | + | Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Задачи и упражнения |

## 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

Согласована на портале № 64340

| 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 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Контрольная работа | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Лабораторная работа | 10 | 10 | 19 | 39 |
| Тестирование | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Задачи и упражнения | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Итого максимум за период | 30 | 30 | 40 | 100 |
| Нарастающим итогом | 30 | 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. Основы компьютерных технологий проектирования радиоэлектронных средств: Учебное пособие / Ю. П. Кобрин - 2018. 56 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7906.

2. Гришаев, Ю. Н. Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС : учебное пособие / Ю. Н. Гришаев. — Рязань : РГРТУ, 2015. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/168338.

### 7.2. Дополнительная литература

Согласована на портале № 64340

1. Разевиг В.Д., Потапов Ю.В., Курушин А.А. Проектирование СВЧ-устройств с помощью Microwave Office. Под ред. В.Д. Разевига. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 496 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 14 экз.).

2. Трухин, М. П. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : учебное пособие / М. П. Трухин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 386 с. — ISBN 978-5-9912-0449-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: для авториз. пользователей. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111111.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : Учебно-методическое пособие для студентов при выполнении заданий по практике и лабораторным работам / В. И. Тисленко - 2016. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6547.

2. Компьютерное проектирование и моделирование систем связи: Сборник компьютерных лабораторных работ и практических занятий / А. М. Голиков - 2018. 218 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9159.

#### 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 лабораторных работ

Лаборатория "Центр магистерской подготовки" / "Центр технологий National Instruments": учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 416 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;

Согласована на портале № 64340

- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;
- Измеритель иммитанса МНИПИ Е7-24;
- Измерительный комплекс;
- Комплект универсальных программируемых приемопередатчиков;
- Компьютер С540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujisu;
- Компьютер intant i3001 (3 шт.);
- Осциллограф DS-1250C;
- Цифровой осциллограф GDS-810C;
- Цифровой комплекс учебно-научных лабораторий ГПО;
- Цифровой мультиметр;
- Сетевой адаптер (2шт.);
- Мультиметр цифровой АРРА 82;
- Установка для исследования нелинейных объектов при короткоимпульсном воздействии (1 шт.);
- Лабораторные макеты для исследования приёмопередающих модулей СВЧ (5 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
- Adobe Reader;
- National Instruments LabVIEW;

### 8.3. 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.

### 8.4. 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

Согласована на портале № 64340

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) |
|---|---|---|---|
| 1 Классификация и проблемы систем компьютерного проектирования РЭС | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Проблемы качества моделей для современных САПР | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Задачи и упражнения | Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений |
| 3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | 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 |
| | | Задачи и упражнения | Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений |

Согласована на портале № 64340

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | 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 |
| | | Задачи и упражнения | Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений |
| 6 Электротепловой расчет элементов и цепей | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Задачи и упражнения | Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений |
| 7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 64340

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта | ПКР-1, ПКР-2, ПКР-3 | 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 |
| 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. |

Согласована на портале № 64340

| | |
|---|---|
| 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. В радиотехнике определяют линейность как соответствие соотношению y = a x. Как понимаются обозначения в этом соотношении:
   а) y, x - вектора или функции, a - число;
   б) y, x, a - числа;
   в) y, x, a - вектора или функции;
   г) y, x - вектора, a - матрица.
2. Какая модель при фиксированном порядке будет давать лучшее приближение к свойствам реальных нелинейно-инерционных цепей?
   а) нелинейный трансверсальный фильтр;
   б) линейный трансверсальный фильтр;
   в) линейный рекурсивный фильтр;
   г) нелинейный рекурсивный фильтр.
3. Полупроводниковый диод моделируется в общем случае...
   а) последовательно соединенными линейными сопротивлением и емкостью;
   б) параллельно соединенными нелинейными сопротивлением и емкостью;
   в) последовательно соединенными нелинейными сопротивлением и емкостью;
   г) параллельно соединенными линейными сопротивлением и емкостью.
4. При расчете электрической цепи методом переходных процессов описывающие ее дифференциальные уравнения разрешаются при помощи...
   а) рекурсии;
   б) итерационного метода;
   в) интегрирования.
5. Как определяется чувствительность электрической цепи?
   а) как отношение относительного изменения параметра цепи к относительному изменению параметра элемента;
   б) как отношение относительного изменения параметра элемента к относительному изменению параметра цепи;
   в) как отношение абсолютного изменения параметра цепи к абсолютному изменению параметра элемента;
   г) как отношение абсолютного изменения параметра элемента к абсолютному изменению параметра цепи.
6. Отметьте все цепи, которые проявляют высокую чувствительность к отклонениям параметров элементов.
   а) цепи с положительной обратной связью;
   б) цепи с отрицательной обратной связью;
   в) цепи с высокой добротностью;
   г) цепи с высоким значением тангенса потерь;
   д) фазовращатели;
   е) аттенюаторы.
7. Из полубесконечной линии сопротивлением 50 Ом проникает импульс в подключенную к ней линию сопротивлением 75 Ом. Что произойдет с этим импульсом?
   а) изменится только амплитуда импульса;
   б) амплитуда импульса увеличится и фронт импульса стане более пологим;

Согласована на портале № 64340

в) амплитуда импульса уменьшится и фронт импульса стане более пологим.

8. Как определяется задержка распространения сигнала в линии передачи?
   а) как корень квадратный из произведения полной емкости линии на полную индуктивность линии;
   б) как корень квадратный из произведения погонной емкости линии на погонную индуктивность линии;
   в) как корень квадратный из отношения емкости к индуктивности;
   г) как корень квадратный из отношения индуктивности к емкости.
9. Если задать стабильный ток через p-n-переход, то при увеличении температуры напряжение на переходе...
   а) увеличится;
   б) уменьшится;
   в) не изменится.
10. В рамках метода электротепловых аналогий тепловой мощности соответствует...
    а) электрическая мощность;
    б) электрический ток;
    в) электрическое напряжение;
    г) электрический заряд;
    д) энергия электрического тока.

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Структура и основные проблемы современных САПР.
2. Определение, классификация и свойства моделей вообще.
3. Поведенческие линейные модели узлов в целом.
4. Поведенческие нелинейные модели узлов в целом для гармонических воздействий.
5. Нелинейные модели четырехполюсников с учетом зависимости их параметров от сопротивлений источника сигнала и нагрузки (load-pull).
6. Нелинейные модели на основе ряда Вольтерра.
7. Нелинейные модели электрорадиоэлементов в виде эквивалентных схем.
8. Проблемы сходимости при расчете нелинейных безынерционных цепей.
9. Проблемы сходимости при расчете нелинейно-инерционных цепей.
10. Проблемы сходимости за счет разрывного характера сигналов.
11. Приемы улучшения сходимости при симуляции нелинейных цепей.
12. Чувствительность электрической цепи. Связь допуска на характеристики цепи с чувствительностью цепи.
13. Простейший анализ чувствительности в САПР AWR Design Environment: что необходимо задать и как отображаются результаты.
14. Обнаружение неприемлемых значений параметров цепи: что необходимо задать и как отображаются результаты.
15. Оптимизация по чувствительности.
16. Примеры цепей и характеристик цепей, наиболее чувствительных к отклонению номиналов элементов.
17. Цепи с распределенными параметрами, их классификация и подходы к расчету.
18. Анализ однопроводной линии передачи без потерь.
19. Системы параметров однопроводной линии передачи без потерь.
20. Соотношение свойств катушки индуктивности, конденсатора и линии передачи.
21. Анализ отрезка однопроводной линии передачи с потерями и частотной дисперсией скорости волны.
22. Сведение задачи расчета погонных параметров к задаче расчета емкости.
23. Расчет погонной емкости сложных структур. Уравнение Лапласа.
24. Многопроводные линии передачи, их первичные параметры (емкость, индуктивность) и интерпретация электромагнитной связи.
25. Классификация связанных линий по соотношению скоростей нормальных волн.
26. Анализ связанных линий методом перехода к нормальным волнам.
27. Значение температурного анализа при расчете характеристик электрических цепей.
28. Температурная зависимость характеристик основных элементов (транзисторы, резисторы, конденсаторы).

Согласована на портале № 64340

29. Электротепловые аналогии. Тепловое сопротивление. Расчет температуры элементов при известном их тепловом сопротивлении.
30. Классификация методов структурного синтеза.
31. Экспертные системы структурного синтеза цепей.
32. Иерархический и декомпозиционный принципы в структурном синтезе. Структурная оптимизация.
33. Генетические алгоритмы.
34. Общие подходы к синтезу линейных электрических цепей.
35. Переход от комплексной матрицы четырехполюсника к единственной вещественной функции при синтезе.
36. Сущность расчетно-экспериментального метода проектирования и причины его преимуществ.
37. Интегрированные системы проектирования и измерений при покаскадной отработке сложных систем.
38. Программная интеграция систем моделирования и измерений.
39. Аппаратное обеспечение расчетно-экспериментального метода проектирования.

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

1. Перечень проблем современных систем компьютерного проектирования.
2. Основные системные свойства моделей.
3. Линейность в математике и радиотехнике.
4. Линейные модели двухполюсных элементов и четырехполюсных элементов на уровне структурных схем.
5. Разделение линейного и нелинейного преобразований в нелинейно-инерционных моделях.
6. Универсальная модель нелинейно-инерционных систем.
7. Модель диода с точки зрения теории расщепления сигналов.
8. Нелинейно-инерционная модель конденсатора с точки зрения теории расщепления сигналов.
9. Нелинейно-инерционная модель «черный ящик» для импульсных воздействий.
10. Квазистатические и неквазистатические нелинейно-инерционные модели.

### 9.1.4. Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

1. Расчет параметров модели ВАХ или ВФХ диода по таблице результатов измерений.
2. Расчет нелинейной цепи по постоянному току.
3. Расчет переходного процесса в нелинейно-инерционной цепи.
4. Расчет чувствительности электрической цепи.
5. Расчет характеристик одиночной линии передачи.
6. Расчет теплового импеданса полупроводникового элемента.

### 9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Расчет линейной цепи рекурсивным методом во временной области.
2. Расчет переходных процессов в нелинейно-инерционной цепи методом рекурсии во временной области.
3. Структурный и параметрический синтез фильтра на линиях передачи методом прототипа на сосредоточенных элементах

## 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.

Согласована на портале № 64340

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;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается

Согласована на портале № 64340

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 № 64340

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС
протокол № 4 от «18» 12 2020 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР | С.Н. Шарангович | Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956 |
| Заведующий обеспечивающей каф. РСС | А.В. Фатеев | Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР | С.Н. Шарангович | Согласовано, b7d1ae21-2df2-4bc3-9352-43aa04a5b956 |
| Заведующий кафедрой, каф. РСС | А.В. Фатеев | Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Профессор, каф. РСС | Э.В. Семенов | Разработано, 939a637f-4814-47d4-a9c2-785d44cc0e9d |

Согласована на портале № 64340