**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 УР
_____Сенченко П.В.
«26» _____06_____ 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЭС

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические системы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Передовая инженерная школа «Электронное приборостроение и системы связи» (ПИШ)**
Кафедра: **передовая инженерная школа (ПИШ)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2023 года (индивидуальный учебный план, гр. 913-М-инд2)

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 72 | 72 | часов |
| | 2 | 2 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 2 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 26.06.2024
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 81831

## 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).
Индекс дисциплины: Б1.В.1.01.ДВ.03.09.
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** | | |
| ПК-4. Способен использовать методы исследования и управления процессом разработки и создания объектов профессиональной деятельности | ПК-4.1. Знает математические методы для анализа, описания и исследования объектов профессиональной деятельности | Знает основные проблемы моделирования, симуляции и синтеза радиоэлектронных средств. |
| | ПК-4.2. Умеет использовать методы проведения теоретических исследований в профессиональной деятельности | Умеет анализировать недостатки современных моделей, симуляторов и средств синтеза РЭС и оценивать основные направления решения проблем в современных САПР. |
| | ПК-4.3. Владеет математическим аппаратом и пакетами прикладных программ для анализа, описания и исследования объектов профессиональной деятельности | Владеет опытом анализа и синтеза радиоэлектронных средств в современных САПР с акцентом на имеющихся проблемах и сложностях. |

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

Согласована на портале № 81831

**и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 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** | 36 | 36 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 36 | 36 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 9 | 9 |
| Подготовка к контрольной работе | 12 | 12 |
| Подготовка к тестированию | 11 | 11 |
| Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 4 | 4 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 72 | 72 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 2 | 2 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

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

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

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | | |
| 1 Классификация и проблемы систем компьютерного проектирования РЭС | 2 | 4 | 5 | 11 | ПК-4 |
| 2 Проблемы качества моделей для современных САПР | 2 | 4 | 5 | 11 | ПК-4 |
| 3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости | 2 | 4 | 4 | 10 | ПК-4 |
| 4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей | 2 | - | 3 | 5 | ПК-4 |
| 5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей | 2 | - | 5 | 7 | ПК-4 |
| 6 Электротепловой расчет элементов и цепей | 2 | - | 5 | 7 | ПК-4 |
| 7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей | 2 | - | 3 | 5 | ПК-4 |
| 8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов | 2 | 4 | 3 | 9 | ПК-4 |
| 9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта | 2 | 2 | 3 | 7 | ПК-4 |

Согласована на портале № 81831

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Итого за семестр | 18 | 18 | 36 | 72 | |
| Итого | 18 | 18 | 36 | 72 | |

### 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 Классификация и проблемы систем компьютерного проектирования РЭС | Структура CAD-систем. Влияние сложности несущих сигналов на погрешность моделирования Трудности алгоритмизации автоматического структурного синтеза схем | 2 | ПК-4 |
| | 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 | ПК-4 |
| | 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 | ПК-4 |
| | 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 | ПК-4 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 81831

| | | | |
|---|---|---|---|
| 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 | ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| 6 Электротепловой расчет элементов и цепей | Температурная зависимость характеристик основных элементов. Электротепловые аналогии. Термодинамическая нелинейная модель транзистора. | 2 | ПК-4 |
| | 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 | ПК-4 |
| | 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 | ПК-4 |
| | 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 | ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

Согласована на портале № 81831

### 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** | | | |
| 1 Классификация и проблемы систем компьютерного проектирования РЭС | Исследование функциональных возможностей современных САПР (AWR Design Environment и др.). | 4 | ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Проблемы качества моделей для современных САПР | Исследование ВАХ и ВФХ инерционной и безынерционной модели диода. | 4 | ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости | Расчет импульсной и переходной характеристик цепи. | 4 | ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов | Синтез и оптимизация полосового фильтра. | 4 | ПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта | Программирование гибких средств измерения с применением LabVIEW и платформы PXI для системы проектирования AWR Design Environment. | 2 | ПК-4 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

### 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** | | | | |

Согласована на портале № 81831

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Классификация и проблемы систем компьютерного проектирования РЭС | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 5 | | |
| 2 Проблемы качества моделей для современных САПР | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 1 | ПК-4 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПК-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 5 | | |
| 3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 1 | ПК-4 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПК-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПК-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| 5 Численный электромагнитный анализ распределенных цепей | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 1 | ПК-4 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 5 | | |

Согласована на портале № 81831

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6 Электротепловой расчет элементов и цепей | Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения | 1 | ПК-4 | Задачи и упражнения |
| | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 2 | ПК-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 5 | | |
| 7 Основные подходы к компьютерному структурному синтезу цепей. Проблемы структурного синтеза цепей | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПК-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| 8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПК-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| 9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПК-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к контрольной работе | 1 | ПК-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПК-4 | Тестирование |
| | Итого | 3 | | |
| Итого за семестр | | 36 | | |
| Итого | | 36 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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. | Сам. раб. | |
| ПК-4 | + | + | + | Задачи и упражнения, Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Согласована на портале № 81831

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 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Контрольная работа | 20 | 15 | 15 | 50 |
| Тестирование | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Задачи и упражнения | 19 | 15 | 15 | 49 |
| Итого максимум за период | 39 | 30 | 31 | 100 |
| Нарастающим итогом | 39 | 69 | 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.

### 7.2. Дополнительная литература

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.).

Согласована на портале № 81831

2. Трухин, М. П. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : учебное пособие / М. П. Трухин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 386 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/111111.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. 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.
2. Компьютерное проектирование РЭС: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе студентов / С. А. Артищев - 2018. 69 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8306.

#### 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

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 "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;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Экран с электроприводом DRAPER BARONET;
- Мультимедийный проектор;
- Генератор Г5-78;
- Генератор ГСС- 120;
- Генератор ГСС- 80;

Согласована на портале № 81831

- 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;

Учебно-научная лаборатория микроволновых устройств и антенн: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, 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, 225/1 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
Анализатор спектра FieldFox №9917A (с опциями 210,211,233,235) 2 шт.
Анализатор спектра FSP30
Ванна ультразвуковая ванна R3
Дымоуловитель ST-1202D 2 шт.
Источник питания PS6050 (PS3800) 2 шт.
Источник питания постоянного тока DP831A.Rigol 8 шт.
Источник тока для сварки-пайки ИТСП-2П
Компрессор СБ4/С-100.LB30A
Микроскоп Альтами СМ0745 3 шт.
Монитор MSI 27" Pro MP271 14 шт.
Мультиметр цифровой MY64
МФУ лазерное
Набор инструментов Kraftform Kompakt 100 2 шт.
Набор инструментов электрика PK-1900NB 2 шт.
Осциллограф Keysight MXR604A
Осциллограф цифровой MSO5104.Rigol 2 шт.
Радио программно-определяемое ADALM-Pluto Sdr 16 шт.
Системный блок 2 4 шт.
Системный блок AMD Ryztn 7 6 шт.
Станция паяльная Quick-967 ESD 2 шт.
Станция паяльная термовоздушная Quick 990AD 2 шт.
Стол рабочий СР-14-7 в сборке 1 9 шт.
Стол рабочий СР-14-7 в сборке 2 5 шт.
Термостол НП 17-12 2 шт.
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Comsol 6.1.0.282;

Согласована на портале № 81831

- GNU Radio;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Keysight Advanced Design System;
- Mathworks Matlab;
- Microsoft Office 2019;
- Microsoft Windows 10 Pro;
- Oracle VirtualBox;
- PTC Mathcad 14;
- Qucs;
- Smath Studio Desktop 0.98;
- Visual Studio Professional;

Учебно-научная лаборатория микроволновых устройств и антенн: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, 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, 225/2 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

Источник питания постоянного тока DP831A.Rigol 16 шт.

Панель интерактивная LMP7502ELN Lumien 75EL

Монитор 27" 20 шт.

Монитор MSI 27" Pro MP271 12 шт.

Системный блок 1 8 шт.

Системный блок 2 8 шт.

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Comsol 6.1.0.282;
- GNU Radio;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- Keysight Advanced Design System;
- Mathworks Matlab;
- Microsoft Office 2019;
- Microsoft Windows 10 Pro;
- Oracle VirtualBox;
- PTC Mathcad 14;
- Qucs;
- Smath Studio Desktop 0.98;
- Visual Studio Professional;

### 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, 209 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;

Согласована на портале № 81831

- 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 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 | ПК-4 | 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 | ПК-4 | 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 |

Согласована на портале № 81831

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Электрический расчет некаузальных, неинвариантных и других цепей со сложностями в сходимости | ПК-4 | 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 |
| 4 Компьютерный анализ чувствительности электрических цепей | ПК-4 | 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 | ПК-4 | 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 |
| 6 Электротепловой расчет элементов и цепей | ПК-4 | 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 | ПК-4 | 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 № 81831

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 Свойства и особенности основных оптимизационных алгоритмов | ПК-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 9 Компьютерные системы проектирования с встраиванием реального объекта | ПК-4 | 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 |
|---|---|

Согласована на портале № 81831

| | |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале 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. 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;
   г) дифференцирования.
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

Согласована на портале № 81831

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;
   в) амплитуда импульса уменьшится и фронт импульса стане более пологим;
   г) изменится только фронт импульса.
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;
   г) зависит от величины тока.
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.

Согласована на портале № 81831

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).
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.

## 9.2. Методические рекомендации

Согласована на портале № 81831

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 9.4.

Таблица 9.4 – 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:

Согласована на портале № 81831

– 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 № 81831

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПИШ
протокол № 7 от « 4 » 6 2024 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ПИШ | А.Г. Лощилов | Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПИШ | А.Г. Лощилов | Согласовано, 55af61de-b8ed-4780-9ba6-8adedc18f4ec |
| Начальник учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Заместитель директора по образованию, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева | Ю.В. Шульгина | Согласовано, ea49db22-c3de-481e-88a5-479145e4aa44 |
| Доцент, каф. Передовая инженерная школа "Электронное приборостроение и системы связи" им. А.В. Кобзева | 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 № 81831