

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по УРиМД

Нариманова Г.Н.

«05» 03 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ  
ИЗМЕРЕНИЙ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия радиоэлектронных устройств и комплексов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**

Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности          | 7 семестр | Всего | Единицы |
|------------------------------------|-----------|-------|---------|
| Лекционные занятия                 | 36        | 36    | часов   |
| Практические занятия               | 18        | 18    | часов   |
| Лабораторные занятия               | 32        | 32    | часов   |
| Самостоятельная работа             | 22        | 22    | часов   |
| Подготовка и сдача экзамена        | 36        | 36    | часов   |
| Общая трудоемкость                 | 144       | 144   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 4         | 4     | з.е.    |

Формы промежуточной аттестации

Семестр

|         |   |
|---------|---|
| Экзамен | 7 |
|---------|---|

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Нариманова Г.Н.

Должность: И.о. проректора по УРиМД

Дата подписания: 05.03.2025

Уникальный программный ключ:

eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 83568

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цели дисциплины**

1. направлены на изучение методологии измерения параметров СВЧ устройств.

### **1.2. Задачи дисциплины**

1. Изучение физических основ техники СВЧ.
2. Изучение соответствующих пакетов прикладных программ.
3. Получение навыков практического измерения элементов и узлов РЭС СВЧ.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.01.01.08.

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 |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Универсальные компетенции</b>        |                                   |                                               |
| -                                       | -                                 | -                                             |
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b> |                                   |                                               |
| -                                       | -                                 | -                                             |
| <b>Профессиональные компетенции</b>     |                                   |                                               |

|                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-3. Способен исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения | ПК-3.1. Знает принципы исследования и эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения             | Знает принципы исследования и эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по беспроводным и проводным сетям связи             |
|                                                                                                                                                                                 | ПК-3.2. Умеет исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения                   | Умеет исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по беспроводным и проводным сетям связи                   |
|                                                                                                                                                                                 | ПК-3.3. Владеет методами исследования и способами эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения | Владеет методами исследования и способами эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по беспроводным и проводным сетям связи |

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности                                                                                             | Всего часов | Семестры  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------|
|                                                                                                                       |             | 7 семестр |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>                                               | 86          | 86        |
| Лекционные занятия                                                                                                    | 36          | 36        |
| Практические занятия                                                                                                  | 18          | 18        |
| Лабораторные занятия                                                                                                  | 32          | 32        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 22          | 22        |
| Подготовка к тестированию                                                                                             | 10          | 10        |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета                                                                    | 12          | 12        |
| <b>Подготовка и сдача экзамена</b>                                                                                    | 36          | 36        |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>                                                                                   | 144         | 144       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>                                                                                    | 4           | 4         |

#### 5. Структура и содержание дисциплины

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

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

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

| Названия разделов (тем) дисциплины     | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|----------------------------------------|--------------|---------------|-----------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>                       |              |               |           |              |                            |                         |
| 1 Технологии измерения                 | 18           | 8             | 16        | 11           | 53                         | ПК-3                    |
| 2 Системы автоматизированных измерений | 18           | 10            | 16        | 11           | 55                         | ПК-3                    |
| Итого за семестр                       | 36           | 18            | 32        | 22           | 108                        |                         |
| Итого                                  | 36           | 18            | 32        | 22           | 108                        |                         |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

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

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

| Названия разделов (тем) дисциплины     | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)                                                                                                                                                                                                                                               | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                      |                         |
| 1 Технологии измерения                 | Основы измерений. Приборы и устройства для измерения параметров пассивных и активных устройств. Факторы, влияющие на погрешности при измерениях. Измерения на различных типах линий передачи. Исключающие и встраиваемые цепи. Временной анализ сигналов. Измерения во временной области . Применения. | 18                                   | ПК-3                    |
|                                        | Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 18                                   |                         |
| 2 Системы автоматизированных измерений | Основы построения систем измерения. Измерения антенн. Автоматизация измерений. Обработка экспериментальных данных.                                                                                                                                                                                     | 18                                   | ПК-3                    |
|                                        | Итого                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 18                                   |                         |
| Итого за семестр                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 36                                   |                         |
| Итого                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 36                                   |                         |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>                   |                                               |                 |                         |

|                                        |                                                                  |    |      |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----|------|
| 1 Технологии измерения                 | Согласование фидеров с нагрузкой. Расчёт погрешностей измерения. | 8  | ПК-3 |
|                                        | Итого                                                            | 8  |      |
| 2 Системы автоматизированных измерений | Антенные решетки. Автоматизация измерений.                       | 10 | ПК-3 |
|                                        | Итого                                                            | 10 |      |
| Итого за семестр                       |                                                                  | 18 |      |
| Итого                                  |                                                                  | 18 |      |

#### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины     | Наименование лабораторных работ                                                            | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>7 семестр</b>                       |                                                                                            |                 |                         |
| 1 Технологии измерения                 | Исследование диэлектрических свойств материалов методом открытого конца коаксиальной линии | 4               | ПК-3                    |
|                                        | Исследование диэлектрических и магнитных свойств материалов методом коаксиальной линии     | 8               | ПК-3                    |
|                                        | Измерение $\epsilon$ и $\text{tg}\delta$ диэлектрических материалов резонаторным методом   | 4               | ПК-3                    |
|                                        | Итого                                                                                      | 16              |                         |
| 2 Системы автоматизированных измерений | Скалярный анализатор цепей P2M                                                             | 4               | ПК-3                    |
|                                        | Исследование волноводной антенны                                                           | 4               | ПК-3                    |
|                                        | Исследование линейной антенной решётки                                                     | 4               | ПК-3                    |
|                                        | Исследование влияния амплитудного распределения линейных АР                                | 4               | ПК-3                    |
|                                        | Итого                                                                                      | 16              |                         |
| Итого за семестр                       |                                                                                            | 32              |                         |
| Итого                                  |                                                                                            | 32              |                         |

#### 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 |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| <b>7 семестр</b>                   |                             |                 |                         |                |

|                                        |                                                    |    |      |                     |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------|----|------|---------------------|
| 1 Технологии измерения                 | Подготовка к тестированию                          | 5  | ПК-3 | Тестирование        |
|                                        | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6  | ПК-3 | Лабораторная работа |
|                                        | Итого                                              | 11 |      |                     |
| 2 Системы автоматизированных измерений | Подготовка к тестированию                          | 5  | ПК-3 | Тестирование        |
|                                        | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6  | ПК-3 | Лабораторная работа |
|                                        | Итого                                              | 11 |      |                     |
| Итого за семестр                       |                                                    | 22 |      |                     |
|                                        | Подготовка и сдача экзамена                        | 36 |      | Экзамен             |
| Итого                                  |                                                    | 58 |      |                     |

### 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. | Лаб. раб. | Сам. раб. |                                            |
| ПК-3                    | +                         | +          | +         | +         | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля           | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|--------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|
| <b>7 семестр</b>         |                                                |                                             |                                                           |                  |
| Лабораторная работа      | 18                                             | 18                                          | 10                                                        | 46               |
| Тестирование             | 0                                              | 0                                           | 24                                                        | 24               |
| Экзамен                  |                                                |                                             |                                                           | 30               |
| Итого максимум за период | 18                                             | 18                                          | 34                                                        | 100              |
| Нарастающим итогом       | 18                                             | 36                                          | 70                                                        | 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                                                  | E (посредственно)       |
|                                      | 60 – 64                                                  |                         |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов                                           | F (неудовлетворительно) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Основы векторного анализа цепей/ М. Хибель ; пер. С. М. Смольский ; ред. У. Филипп = Fundamentals of Vector Network Analysis / Hiebel, Michael. - М. : Издательский дом МЭИ, 2009. - 502 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.).

2. Основы спектрального анализа : справочное издание / К. Раушер, Ф. Йанссен, Р. Минихольд ; пер. С. М. Смольский ; ред. Ю. А. Гребенко. - 2-е изд., испр. - М. : Горячая линия - Телеком : Rohde & Schwarz, 2014. - 226 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.).

### 7.2. Дополнительная литература

1. Радиоизмерительная аппаратура СВЧ и КВЧ. Узловая и элементная базы./под ред.: А.М. Кудрявцева. – М.: Радиотехника, 2006. - 205 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

2. Микроволновые приборы и устройства: Учебное пособие / Ж. М. Соколова - 2009. 272 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/106>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антенны и фидеры: Учебно-методическое пособие для практических занятий / Г. Г. Гошин - 2018. 236 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8324>.

2. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздревых, Б. Ф. Ноздревых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7867>.

3. Антенны: Лабораторный практикум / А. В. Фатеев, А. С. Запасной, А. В. Клоков - 2018. 66 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8227>.

4. Скалярный анализатор цепей P2M: Руководство к лабораторной работе для студентов технических направлений подготовки и специальностей / С. А. Подлиннов, А. В. Фатеев, Г. Г. Гошин - 2024. 34 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10930>.

5. Исследование диэлектрических и магнитных свойств материалов методом коаксиальной линии: Методические указания для выполнения лабораторных работ для студентов технических направлений подготовки и специальностей / С. А. Подлиннов, А. В. Фатеев, Д. С. Фадеева - 2024. 24 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10924>.

6. Измерение  $\varepsilon$  и  $\text{tg}\delta$  диэлектрических материалов резонаторным методом: Руководство к лабораторной работе для студентов технических направлений подготовки и специальностей / С. А. Подлиннов, А. В. Фатеев, Г. Г. Гошин - 2023. 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/10929>.

7. Исследование диэлектрических свойств материалов методом открытого конца коаксиальной линии: Методические указания для выполнения лабораторных работ для студентов технических направлений подготовки и специальностей / С. А. Подлиннов, А. В. Фатеев, Д. С. Фадеева - 2024. 26 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/11034>.

### **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**

Учебная лаборатория радиоэлектроники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 407 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная;
- Коммутатор D-Link Switch 24 port;
- Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. (12 шт.);
- Вольтметр ВЗ-38 (7 шт.);
- Генератор сигналов специальной формы АКИП ГСС-120 (2 шт.);
- Кронштейн PTS-4002;
- Осциллограф EZ Digital DS-1150C (3 шт.);
- Осциллограф C1-72 (4 шт.);
- Телевизор плазменный Samsung;
- Цифровой генератор сигналов PCC-80 (4 шт.);
- Цифровой осциллограф GDS-810C (3 шт.);
- Автоматизированное лабораторное место по схемотехнике и радиоавтоматике (7 шт.);

- Комплект специализированной учебной мебели;
  - Рабочее место преподавателя.
- Программное обеспечение:
- AWR Design Environment;
  - Mathworks Matlab;
  - Microsoft Windows;
  - PTC Mathcad 13, 14;
  - Qucs;

### **8.3. 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;
- 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 C540 (2 шт.);
- Ноутбук LIREBOOK AH532 (3 шт.);
- Ноутбук Fujitsu;
- 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 APPA 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;
- National Instruments LabVIEW;

### **8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную

информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### **8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

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

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

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

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

## **9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации**

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

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины     | Формируемые компетенции | Формы контроля      | Оценочные материалы (ОМ)            |
|----------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------------------|
| 1 Технологии измерения                 | ПК-3                    | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ             |
|                                        |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|                                        |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |
| 2 Системы автоматизированных измерений | ПК-3                    | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ             |
|                                        |                         | Тестирование        | Примерный перечень тестовых заданий |
|                                        |                         | Экзамен             | Перечень экзаменационных вопросов   |

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

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка                     | Баллы за ОМ                                | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения |                                                             |                                                                      |
|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                            |                                            | знать                                                                               | уметь                                                       | владеть                                                              |
| 2<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания                                          | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(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<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>Знать на уровне <b>ориентирования</b> , 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<br>(удовлетворительно)   | Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.                                                                                                                                                                                           |
| 4 (хорошо)                 | Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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 <b>системном</b> 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 микроволновом диапазоне частот наиболее широкополосная линия передачи:
  - а) коаксиальная
  - б) полосковая
  - в) копланарная
  - г) волноводная
2. Какое устройство не относится к направленным?:
  - а) мост
  - б) ответвитель
  - в) циркулятор
  - г) сплиттер
3. В каком случае нельзя пользоваться соединительным разъёмом?:
  - а) плоскость центрального проводника выступает относительно внешнего проводника на 10 мкм
  - б) плоскость центрального проводника утопает относительно внешнего проводника на 5 мкм
  - в) плоскость центрального проводника утопает относительно внешнего проводника на 10 мкм
  - г) плоскость центрального проводника утопает относительно внешнего проводника на 20 мкм
4. С помощью какой функции можно наблюдать рефлектограмму волнового сопротивления линии?:
  - а) TRL
  - б) TDR
  - в) TDT
  - г) TRM
5. Элементы главной диагонали матрицы рассеяния – это:
  - а) коэффициенты передачи, при условии согласования всех портов,
  - б) коэффициенты отражения при условии согласования всех остальных портов,
  - в) коэффициенты поглощения, при условии режима короткого замыкания на всех портах,
  - г) коэффициенты отражения при условии режима холостого хода на всех портах.
6. Элементы находящиеся не на главной диагонали матрицы рассеяния – это:
  - а) коэффициенты передачи, при условии согласования всех портов,
  - б) коэффициенты отражения при условии согласования всех остальных портов,
  - в) коэффициенты поглощения, при условии режима короткого замыкания на всех портах,
  - г) коэффициенты отражения при условии режима холостого хода на всех портах.
7. Скалярным анализатором цепей можно измерить:
  - а) модуль и фазу коэффициента передачи
  - б) амплитуду коэффициента передачи
  - в) фазу коэффициента передачи
  - г) фазу коэффициента отражения
8. Для защиты от большого уровня сигнала на входе приёмника измерителя используют:
  - а) аттенюатор
  - б) фазовращатель
  - в) фильтр
  - г) согласованный переход
9. На основе измерения амплитуды и фазы сигнала в частотной области, перевод во временную область можно осуществить с помощью преобразования:
  - а) Фурье
  - б) Гильберта,
  - в) Z-преобразования
  - г) Линейного
10. Мнимая компонента относительной диэлектрической проницаемости характеризует:
  - а) потери электрической энергии в материале
  - б) запасение электрической энергии в материале
  - в) потери магнитной энергии в материале

- г) запасение магнитной энергии в материале
- 11. Действительная компонента относительной диэлектрической проницаемости характеризует:
  - а) потери электрической энергии в материале
  - б) запасение электрической энергии в материале
  - в) потери магнитной энергии в материале
  - г) запасение магнитной энергии в материале
- 12. Для измерения ёмкости и индуктивности используют:
  - а) анализатор спектра
  - б) векторный анализатор цепей
  - в) мультиметр
  - г) измеритель иммитанса
- 13. Система АРУ применяется для:
  - а) Стабилизации фазы на выходе генератора
  - б) Стабилизации амплитуды на выходе генератора
  - в) Стабилизации частоты на выходе генератора
  - г) Стабилизации гармоник на выходе генератора
- 14. Измерение относительной диэлектрической проницаемости резонансным методом позволяет измерить её значение:
  - а) в полосе частот
  - б) на фиксированных частотах
  - в) на одной частоте
  - г) в нескольких диапазонах частот
- 15. Для измерения коэффициента усиления антенны необходимо измерить коэффициенты передачи между вспомогательной и исследуемой антенной и сравнить с:
  - а) Коэффициентом передачи между вспомогательной и эталонной антенной
  - б) Коэффициентом передачи между исследуемой и эталонной антенной
  - в) Коэффициентом отражения эталонной антенной
  - г) Коэффициентом усиления эталонной антенной.
- 16. При измерении диаграммы направленности антенны в азимутальной плоскости необходимо вращать:
  - а) Исследуемую антенну вокруг вертикальной оси
  - б) Исследуемую антенну вокруг горизонтальной оси
  - в) Вспомогательную антенну вокруг вертикальной оси
  - г) Вспомогательную антенну вокруг горизонтальной оси
- 17. Измерение коэффициента отражения от антенны осуществляют с помощью:
  - а) Анализатора цепей
  - б) Анализатора спектра
  - в) Мультиметра
  - г) Измерителя мощности
- 18. Какое количество калибровочных мер достаточно для калибровки скалярного анализатора цепей?:
  - а) 2
  - б) 3
  - в) 4
  - г) 12
- 19. Какие случайные ошибки не учитывает векторный анализатор цепей?:
  - а) тепловой дрейф
  - б) шум
  - в) пользовательские
  - г) повторяемость
- 20. Измерение характеристик излучения антенн в ограниченном пространстве рекомендуют проводить в:
  - а) Экранированной камере
  - б) Безэховой камере
  - в) Помещении с бетонными стенами
  - г) Помещении с открытыми окнами.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Частоты и длины волн диапазона СВЧ
2. Особенности диапазона СВЧ
3. РТС, работающие в диапазоне СВЧ
4. Особенности измерений на СВЧ
5. Портовое представление цепей на СВЧ
6. Классификация линий передачи
7. Что рассматривает электродинамика линий передачи (что такое моды, электрические и магнитные волны, критические длины волн, длина волны в линии, фазовая скорость, дисперсия?)
8. Что такое коаксиал?
9. Что такое эквивалентная ЛП?
10. Схема двухпроводной эквивалентной ЛП
11. Схема эквивалентной ЛП с генератором и нагрузкой (отсчет координаты?)
12. Волновые уравнения эквивалентной ЛП (ур-ния Гельмгольца)
13. Что такое полное напряжение в эквивалентной ЛП?
14. Что такое падающие и отраженные волны в эквивалентной ЛП?
15. Что такое вторичные параметры в эквивалентной ЛП?
16. Перечислить вторичные параметры эквивалентной ЛП.
17. Записать комплексную амплитуду падающей волны во времени
18. Записать комплексную амплитуду отраженной волны во времени
19. Что такое коэффициенты в эквивалентной ЛП?
20. Как связаны фазовая скорость в эквивалентной ЛП с коэффициентом ?
21. Что такое коэффициент отражения и его модуль?
22. Что такое ЛП без потерь?
23. Что такое волновое сопротивление ЛП?
24. Как связаны коэффициент отражения и нагрузка ЛП?
25. Распределение амплитуд напряжения и тока вдоль нагруженной линии
26. Что такое КСВ? (диапазон значений КСВ)
27. Как связаны КСВ и ?
28. Режимы работы ЛП без потерь
29. Канонические нагрузки эквивалентной ЛП
30. Согласованная нагрузка
31. Виды калибровок ВАЦ
32. Виды калибровок САЦ
33. Измерения параметров материалов
34. Измерения параметров антенн

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Исследование диэлектрических свойств материалов методом открытого конца коаксиальной линии
2. Исследование диэлектрических и магнитных свойств материалов методом коаксиальной линии
3. Измерение  $\epsilon$  и  $\text{tg}\delta$  диэлектрических материалов резонаторным методом
4. Скалярный анализатор цепей P2M
5. Исследование волноводной антенны
6. Исследование линейной антенной решётки
7. Исследование влияния амплитудного распределения линейных АР

### 9.2. Методические рекомендации

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

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

учебным планом.

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

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

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

- осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

### **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

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:

- 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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС  
протокол № 6 от «13» 2 2025 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                          | Инициалы, фамилия | Подпись                                                  |
|------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------|
| Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ   | А.М. Заболоцкий   | Согласовано,<br>47c2d4ff-8c0e-484c-<br>b856-20e4ba4f0e52 |
| Заведующий обеспечивающей каф. РСС | А.В. Фатеев       | Согласовано,<br>595be322-a579-4ae5-<br>8d93-e5f4ee9ceb7d |
| Начальник учебного управления      | И.А. Лариошина    | Согласовано,<br>c3195437-a02f-4972-<br>a7c6-ab6ee1f21e73 |

### ЭКСПЕРТЫ:

|                               |                 |                                                          |
|-------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------|
| Директор, каф. ИРЭТ           | А.М. Заболоцкий | Согласовано,<br>47c2d4ff-8c0e-484c-<br>b856-20e4ba4f0e52 |
| Заведующий кафедрой, каф. РСС | А.В. Фатеев     | Согласовано,<br>595be322-a579-4ae5-<br>8d93-e5f4ee9ceb7d |

### РАЗРАБОТАНО:

|                               |             |                                                          |
|-------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------|
| Заведующий кафедрой, каф. РСС | А.В. Фатеев | Разработано,<br>595be322-a579-4ae5-<br>8d93-e5f4ee9ceb7d |
|-------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------|