

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Моделирование микроволновых устройств и антенн (ГПО-2)**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Микроволновая техника и антенны**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**

Курс: **3**

Семестр: **5**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                    | 36        | 36    | часов   |
| 2 | Практические занятия      | 36        | 36    | часов   |
| 3 | Лабораторные работы       | 36        | 36    | часов   |
| 4 | Всего аудиторных занятий  | 108       | 108   | часов   |
| 5 | Самостоятельная работа    | 108       | 108   | часов   |
| 6 | Всего (без экзамена)      | 216       | 216   | часов   |
| 7 | Общая трудоемкость        | 216       | 216   | часов   |
|   |                           | 6.0       | 6.0   | З.Е.    |

Дифференцированный зачет: 5 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СВЧиКР «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

доцент каф. СВЧиКР \_\_\_\_\_ А. Ю. Попков

Заведующий обеспечивающей каф.  
СВЧиКР

\_\_\_\_\_ С. Н. Шарангович

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ \_\_\_\_\_ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.  
СВЧиКР

\_\_\_\_\_ С. Н. Шарангович

Эксперты:

Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)

\_\_\_\_\_ А. Ю. Попков

Заведующий кафедрой сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)

\_\_\_\_\_ С. Н. Шарангович

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины «Методы расчёта радиоэлектронных систем и устройств (ГПО-2)» в рамках группового проектного обучения является практическое закрепление знаний и навыков проектной, научно-исследовательской и организационной деятельности в рамках профессиональных задач по направлению подготовки 11.03.01 "Радиотехника"

### 1.2. Задачи дисциплины

- получение необходимых знаний по основам моделирования микроволновых устройств и антенн;
- получение знаний по электродинамическим методам расчёта параметров и характеристик микроволновых устройств и антенн.
- 
- 

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование микроволновых устройств и антенн (ГПО-2)» (Б1.В.ДВ.2.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы теории цепей, Расчёт микроволновых устройств и антенн (ГПО-1), Физика.

Последующими дисциплинами являются: Исследование микроволновых устройств и антенн (ГПО-3).

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;
  - ПК-3 готовностью участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций результатов исследований и разработок в виде презентаций, статей и докладов;
- В результате изучения дисциплины обучающийся должен:
- **знать** основы моделирования микроволновых устройств и антенн
  - **уметь** самостоятельно представлять результаты моделирования в виде презентаций, статей и докладов
  - **владеть** навыком математического моделирования микроволновых устройств и антенн по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности                  | Всего часов | Семестры  |
|--|-------------|-----------|
|  |             | 5 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)                 | 108         | 108       |
| Лекции                                     | 36          | 36        |
| Практические занятия                       | 36          | 36        |
| Лабораторные работы                        | 36          | 36        |
| Самостоятельная работа (всего)             | 108         | 108       |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 66          | 66        |
| Проработка лекционного материала           | 18          | 18        |

|   |     |     |
|---|-----|-----|
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 24  | 24  |
| Всего (без экзамена)                          | 216 | 216 |
| Общая трудоемкость, ч                         | 216 | 216 |
| Зачетные Единицы                              | 6.0 | 6.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины  | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---------|---------------|--------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| 5 семестр   |         |               |              |              |                            |                         |
| 1 Определение целей и задач этапа проекта                           | 4       | 0             | 0            | 2            | 6                          | ПК-1, ПК-3              |
| 2 Актуализация технического задания этапа проекта                   | 4       | 0             | 0            | 2            | 6                          | ПК-1, ПК-3              |
| 3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта | 4       | 0             | 0            | 4            | 8                          | ПК-1, ПК-3              |
| 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта            | 20      | 24            | 36           | 59           | 139                        | ПК-1, ПК-3              |
| 5 Составление отчета  | 0       | 12            | 0            | 38           | 50                         | ПК-1, ПК-3              |
| 6 Защита отчета о выполнении этапа проекта                          | 4       | 0             | 0            | 3            | 7                          | ПК-1, ПК-3              |
| Итого за семестр  | 36      | 36            | 36           | 108          | 216                        |                         |
| Итого   | 36      | 36            | 36           | 108          | 216                        |                         |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов                                 | Содержание разделов дисциплины (по лекциям)   | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|-----------------|-------------------------|
| 5 семестр   |   |                 |                         |
| 1 Определение целей и задач этапа проекта         | Знакомство с методами и средствами электродинамического моделирования.                  | 4               | ПК-1, ПК-3              |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 2 Актуализация технического задания этапа проекта | Общие принципы и подходы к моделированию микроволновых устройств и антенн.              | 4               | ПК-1, ПК-3              |
|   | Итого   | 4               |                         |
| 3 Постановка индивидуальных задач в               | Постановка индивидуальных задач на основе выбранных методик моделирования микроволновых | 4               | ПК-1, ПК-3              |

|  |  |    |            |
|--|--|----|------------|
| рамках выполнения этапа проекта                          | устройств и антенн с использованием специализированных пакетов прикладных программ.                    |    |            |
|  | Итого  | 4  |            |
| 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта | Моделирование микроволновых устройств с использованием специализированных пакетов прикладных программ. | 10 | ПК-1, ПК-3 |
|  | Моделирование антенн с использованием специализированных пакетов прикладных программ.                  | 10 |            |
|  | Итого  | 20 |            |
| 6 Защита отчета о выполнении этапа проекта               | Защита отчета перед аттестационной комиссией   | 4  | ПК-1, ПК-3 |
|  | Итого  | 4  |            |
| Итого за семестр   |  | 36 |            |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин                                  | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
|   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Предшествующие дисциплины                               |   |   |   |   |   |   |
| 1 Основы теории цепей                                   |   |   | + | + |   |   |
| 2 Расчёт микроволновых устройств и антенн (ГПО-1)       | +   | + | + | + | + | + |
| 3 Физика  |   |   | + | + |   |   |
| Последующие дисциплины                                  |   |   |   |   |   |   |
| 1 Исследование микроволновых устройств и антенн (ГПО-3) | +   | + | + | + | + | + |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий |            |           |           | Формы контроля                               |
|-------------|--------------|------------|-----------|-----------|--|
|             | Лек.         | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. |  |
| ПК-1        | +            | +          | +         | +         | Отчет по ГПО, Тест, Дифференцированный зачет |
| ПК-3        | +            | +          | +         | +         | Отчет по ГПО, Тест, Дифференцированный зачет |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов  | Наименование лабораторных работ                                       | Трудоемкость,<br>ч | Формируемые<br>компетенции |
|--|---|--------------------|----------------------------|
| 5 семестр  |   |                    |                            |
| 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта | Освоение программных средств по моделированию микроволновых устройств | 18                 | ПК-1, ПК-3                 |
|  | Освоение программных средств по моделированию антенн                  | 18                 |                            |
|  | Итого   | 36                 |                            |
| Итого за семестр   |   | 36                 |                            |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов  | Наименование практических занятий (семинаров)   | Трудоемкость,<br>ч | Формируемые<br>компетенции |
|--|---|--------------------|----------------------------|
| 5 семестр  |   |                    |                            |
| 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта | Освоение методик моделирования микроволновых устройств и антенн<br>Проведение моделирования по теме индивидуального задания<br>Обработка, анализ и интерпретация результатов исследований | 24                 | ПК-1, ПК-3                 |
|  | Итого   | 24                 |                            |
| 5 Составление отчета                                     | Представление результатов – составление отчёта, доклада и презентации, защита, подготовка статей к публикации и докладов на конференции, участие в конкурсах                              | 12                 | ПК-1, ПК-3                 |
|  | Итого   | 12                 |                            |
| Итого за семестр   |   | 36                 |                            |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость,<br>ч | Формируемые<br>компетенции | Формы контроля |
|-------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------------|----------------|
| 5 семестр         |                             |                    |                            |                |

|   |   |     |               |  |
|---|---|-----|---------------|--|
| 1 Определение целей и задач этапа проекта                           | Проработка лекционного материала              | 2   | ПК-1,<br>ПК-3 | Дифференцированный зачет, Отчет по ГПО, Тест |
|   | Итого   | 2   |               |  |
| 2 Актуализация технического задания этапа проекта                   | Проработка лекционного материала              | 2   | ПК-1,<br>ПК-3 | Дифференцированный зачет, Отчет по ГПО, Тест |
|   | Итого   | 2   |               |  |
| 3 Постановка индивидуальных задач в рамках выполнения этапа проекта | Проработка лекционного материала              | 4   | ПК-1,<br>ПК-3 | Дифференцированный зачет, Отчет по ГПО, Тест |
|   | Итого   | 4   |               |  |
| 4 Выполнение индивидуальных задач в рамках этапа проекта            | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 16  | ПК-1,<br>ПК-3 | Дифференцированный зачет, Отчет по ГПО, Тест |
|   | Проработка лекционного материала              | 3   |               |  |
|   | Проработка лекционного материала              | 4   |               |  |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 36  |               |  |
|   | Итого   | 59  |               |  |
| 5 Составление отчета  | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 8   | ПК-1,<br>ПК-3 | Дифференцированный зачет, Отчет по ГПО, Тест |
|   | Оформление отчетов по лабораторным работам    | 30  |               |  |
|   | Итого   | 38  |               |  |
| 6 Защита отчета о выполнении этапа проекта                          | Проработка лекционного материала              | 3   | ПК-1,<br>ПК-3 | Дифференцированный зачет, Тест               |
|   | Итого   | 3   |               |  |
| Итого за семестр  |   | 108 |               |  |
| Итого   |   | 108 |               |  |

### 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | 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 |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
| 5 семестр                     |  |   |   |                  |
| Дифференцированный зачет      |  |   | 30  | 30               |
| Отчет по ГПО                  |  |   | 70  | 70               |

|                          |   |   |     |     |
|--------------------------|---|---|-----|-----|
| Итого максимум за период |   |   | 100 | 100 |
| Нарастающим итогом       | 0 | 0 | 100 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки                       | Оценка |
|---|--------|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 5      |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4      |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3      |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ         | 2      |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС)                         | 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)   |
| 65 - 69                              |  |                         |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 60 - 64  | E (посредственно)       |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов   | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Приборы и устройства СВЧ, КВЧ и ГВЧ диапазонов: Учебное пособие / Соколова Ж. М. - 2012. 283 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/634> (дата обращения: 02.07.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Устройства СВЧ и антенны: Учебное пособие / Шангина Л. И., Замотринский В. А. - 2012. 223 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/712> (дата обращения: 02.07.2018).

2. Антенны: Учебное пособие / Гошин Г. Г. - 2012. 145 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2794> (дата обращения: 02.07.2018).

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Групповое проектное обучение: Методические указания по изучению дисциплин ГПО / Давыдова Е. М. - 2018. 31 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7405> (дата обращения: 02.07.2018).

2. Методические указания по проведению практических занятий в рамках дисциплин, осваиваемых по технологии группового проектного обучения: Учебно-методическое пособие / Антипин М. Е. - 2013. 5 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3445>



(дата обращения: 02.07.2018).

3. Применение ПО CST Microwave Studio для расчёта микроволновых антенн и устройств СВЧ : Учебное пособие / Фатеев А. В. - 2017. 115 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7145> (дата обращения: 02.07.2018).

4. САПР и технология СВЧ устройств: Методические указания для лабораторных работ / Коротав В. М. - 2016. 18 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6614> (дата обращения: 02.07.2018).

5. Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы в рамках дисциплин, осваиваемых по технологии группового проектного обучения: Учебно-методическое пособие / Антипин М. Е. - 2013. 5 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/3446> (дата обращения: 02.07.2018).

### **12.3.2. 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.

### **12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Рекомендуются использовать информационные, справочные и нормативные базы данных, ссылки на которые указаны по адресу <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Лаборатория Микроволновой техники

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (14 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проектор 1 шт., экран 1 шт.);
- Осциллограф GDS – 71022 (1 шт.);

- Измеритель P2M-18 (1 шт.);
- Генератор сигнала 33522A (1 шт.);
- Вольтметр циф. GDM 8145 (1 шт.);
- Измеритель P2M-04 (1 шт.);
- Анализатор спектра СК4М-04 (1 шт.);
- Осциллограф цифровой MS07104 (1 шт.);
- Мультиметр цифровой 34405A (1 шт.);
- Источник питания GPD-73303S (1 шт.);
- Генератор ГЗ-14 (2 шт.);
- Генератор Г4-126 (1 шт.);
- Измеритель P2-60 (2 блока);
- Измеритель P5-12 (1 шт.);
- Измерительная линия P1-27 (1 шт.);
- Векторный анализатор сигналов P4M-18 (1 шт.);
- Опорно-поворотное устройство (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AWR Design Environment
- Google Chrome
- Keysight Advanced Design System (ADS)
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
- Keysight SystemVue
- Micran Graphit
- Microsoft Office 2010 и ниже
- PTC Mathcad 15
- Tracker PDF-XChange Viewer

### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория Микроволновой техники

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 328 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютерные рабочие станции (14 шт.);
- Демонстрационное оборудование для презентаций (проектор 1 шт., экран 1 шт.);
- Осциллограф GDS – 71022 (1 шт.);
- Измеритель P2M-18 (1 шт.);
- Генератор сигнала 33522A (1 шт.);
- Вольтметр циф. GDM 8145 (1 шт.);
- Измеритель P2M-04 (1 шт.);
- Анализатор спектра СК4М-04 (1 шт.);
- Осциллограф цифровой MS07104 (1 шт.);
- Мультиметр цифровой 34405A (1 шт.);
- Источник питания GPD-73303S (1 шт.);
- Генератор ГЗ-14 (2 шт.);
- Генератор Г4-126 (1 шт.);
- Измеритель P2-60 (2 блока);
- Измеритель P5-12 (1 шт.);
- Измерительная линия P1-27 (1 шт.);

- Векторный анализатор сигналов P4M-18 (1 шт.);
- Опорно-поворотное устройство (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AWR Design Environment
- Keysight Advanced Design System (ADS)
- Keysight Electromagnetic Professional (EMPro)
- Keysight SystemVue
- Microsoft Office 2010 и ниже
- PTC Mathcad 15
- Tracker PDF-XChange Viewer

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

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

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

#### **13.2. 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 зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеовеличителей 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.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций проводится защита отчетов перед аттестационно-экспертной комиссией.

#### 14.1.2. Темы проектов ГПО

1. Микроволновые устройства и антенны
2. Микроволновые приёмо-передающие устройства
3. Антенно-фидерные устройства
4. Разработка узлов приёмо-передающего тракта радиоэлектронной аппаратуры микроволнового диапазона
5. Микроволновые частотнопреобразующие устройства
6. Исследование методов измерения антенн
7. Система автоматизированного проектирования микроволновых устройств

#### 14.1.3. Вопросы дифференцированного зачета

1. Модели микроволновых устройств
2. Модели антенн
3. Методики и инструментарий для численных расчетов характеристик микроволновых устройств
4. Методики и инструментарий для моделирования характеристик антенн
5. Инструментарий для моделирования характеристик микроволновых устройств
6. Инструментарий для моделирования характеристик антенн
7. Полосковые линии передачи
8. Полосковые антенны
9. Апертурные антенны
10. Микроволновые устройства для разделения мощности
11. Микроволновые устройства для поглощения мощности
12. Выполнение индивидуального задания.
13. Представление результатов – составление отчёта, доклада и презентации, защита, подготовка статей к публикации и докладов на конференции, участие в конкурсах

### 14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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<br>общемедицинским<br>показаниям | Тесты, письменные самостоятельные<br>работы, вопросы к зачету,<br>контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка<br>методами исходя из состояния<br>обучающегося на момент проверки |
|---|---|---|

### **14.3. 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.