

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ВОРОНЕЖСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)



УТВЕРЖДАЮ  
И.о. ректора ВГТУ  
Д.К. Проскурин  
«30» 03 2022 г.

Система менеджмента качества

**ПРОГРАММА**  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ  
ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ  
НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ  
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

**2.2 «ЭЛЕКТРОНИКА, ФОТОНИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И СВЯЗЬ»**  
(группа научных специальностей)

**2.2.14 «АНТЕННЫ, СВЧ-УСТРОЙСТВА И ИХ ТЕХНОЛОГИИ»**  
(научная специальность)

# **I. Перечень элементов содержания, проверяемых на вступительном испытании по специальности «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»**

## **1. Общие положения и междисциплинарные вопросы**

1.1 Основные параметры линии передачи (дисперсионная характеристика, затухание, коэффициент стоячей волны, критическая длина волны). Классификация линий передач. Круговая монограмма (Диаграмма Вольперта-Смита).

1.2 Матричное описание многополосников СВЧ. Виды матриц: рассеяния (S), сопротивлений (Z), проводимостей (Y). Способы измерения матриц. Связь матрицы рассеяния (S) и коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН).

1.3 Диапазоны волн. Типовые элементы трактов: переходы, повороты, отражающие препятствия. Объемные резонаторы в линиях передач. Потери в резонаторах. Применение резонаторов.

1.4 Типы поляризаций электромагнитных волн. Диэлектрические материалы. Характеристики диэлектрических структур – относительная диэлектрическая и магнитная проницаемость, тангенс угла потерь, пробой диэлектриков. Диэлектрические характеристики свободного пространства.

1.5 Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной форме. Методы решения уравнений Максвелла в современных системах автоматизированного проектирования (САПР).

1.6 Волновое сопротивление. Основные характеристики излучателей: диапазон рабочих частот, вектор Пойтинга, коэффициент усиления и направленного действия. Сферическая система координат.

## **2. Линии передачи СВЧ**

2.1 Классификация линий передач СВЧ и краткий обзор по диапазонам волн.

2.2 Волноводы. Определение критической длины волны и частоты среза. Типы волн в волноводах.

2.3 Балансные устройства – двойной T-мост, щелевой мост. Циркуляторы.

2.4 Объемные резонаторы. Волноводные фильтры.

2.5 Трансформация сопротивлений. Четвертьволновый трансформатор. Расчет четвертьволнового трансформатора.

2.6 Полосковые и микрополосковые линии. Применение полосковых линий и их основные характеристики.

## **3. Антенны, основные характеристики антенн**

3.1 Основные характеристики антенн: коэффициент стоячей волны, возвратные потери, диаграмма направленности (коэффициент усиления, коэффициент направленного действия), коэффициент полезного действия (КПД).

3.2 Антенные решетки. Применение антенных решеток. Технология ММО.

3.3 Простейший излучатель (диполь Герца). Биконическая антенна. Директорная антенна (антенна Уда-Яги).

3.4 Зеркальные, рупорные, линзовые апертурные антенны. Применение зеркальных, рупорных антенн.

3.5 Печатные антенны (патч антенны, полосковые антенны). Типовые конструкции печатных антенн. Применение печатных антенн.

3.6 Структурная схема антенны. Общий алгоритм нахождения с помощью ЭВМ электромагнитного поля излучающей системы токов в дальней, промежуточной и ближней областях.

## **II. Требования к уровню подготовки поступающего**

### Поступающий должен знать/понимать:

- физическую сущность процессов, происходящих в СВЧ узлах, линиях передачи и антеннах;
- строгие математические методы анализа, синтеза и оптимизации СВЧ узлов, линий передачи и антенн, построенные на уравнениях Максвелла, материальных уравнениях, граничных условиях и ограничениях на электромагнитное поле в закрытых и открытых структурах;
- приближенные методы анализа, синтеза и оптимизации СВЧ узлов, линий передачи и антенн;
- основные конструкции, свойства, методы расчета и измерений параметров и характеристик устройств СВЧ и антенн.

### Поступающий должен уметь:

- проектировать СВЧ узлы, линии передачи и антенны средствами персональных ЭВМ;
- оптимизировать структуру построения и характеристики (показатели) СВЧ узлов, линий передачи и антенн;
- применять методы анализа, синтеза и оптимизации, а также технические решения, используемые в области разработки и проектирования, современных СВЧ узлов, линий передачи и антенн;
- выбирать и обосновывать соответствующую современному уровню теории и техники структуру и конструкцию устройств СВЧ и антенн с учетом их места в радиотехнической системе, электромагнитной совместимости и сопряжения их параметров с общими параметрами системы;
- проводить моделирование, теоретическое и экспериментальное исследование устройств СВЧ и антенн, используя современные методы анализа и синтеза;
- измерять значения параметров устройств СВЧ и антенн, выполнять настройку и проверять правильность функционирования устройств СВЧ и антенн при их эксплуатации.

### III. Примерный вариант задания

Поступающий получает 3 (три) вопроса, на которые он должен максимально расширенно ответить. Вопросы выбираются из каждого блока.

Вопрос № 1. Матричное описание многополюсников СВЧ. Виды матриц: рассеяния (S), сопротивлений (Z), проводимостей (Y). Способы измерения матриц. Связь матрицы рассеяния (S) и коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН).

Вопрос № 2. Волноводы. Определение критической длины волны и частоты среза. Типы волн в волноводах.

Вопрос № 3. Антенные решетки. Применение антенных решеток. Технология ММО.

### IV. Критерии оценивания работ поступающих

Критерии оценивания работ, поступающих: полнота раскрытия вопросов экзаменационного билета; логичность и последовательность изложения материала; аргументированность ответа; способность анализировать и сравнивать различные подходы к решению поставленной проблемы; готовность отвечать на дополнительные вопросы по существу экзаменационного билета. Результаты вступительного экзамена оцениваются как «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в день экзамена.

Оценка, баллы	Критерии оценивания
Отлично	Претендент демонстрирует полное понимание вопроса. На вопрос претендентом представлен развернутый (углубленный) ответ из нескольких литературных источников.
Хорошо	Претендент демонстрирует полное понимание вопроса. На вопрос претендентом представлен недостаточно развернутый (углубленный) ответ.
Удовлетворительно	Претендент демонстрирует частичное понимание вопроса. Претендентом представлен ответ только на часть вопроса.
Неудовлетворительно	Претендент демонстрирует непонимание вопроса. У претендента нет ответа на вопрос.

### V. Рекомендуемая литература

#### *Основная литература*

1. Пименов Ю.В., Вольман В.И., Муравцов А.Д. Техническая электродинамика. - М:Радио и Связь, 2000.- 536 с.

2. Пименов Ю.В. Линейная макроскопическая электродинамика. Вводный курс для радиофизиков и инженеров. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2008. - 536 с.
3. Никольский В.В., Никольская Т.И. Электродинамика и распространение радиоволн. – М.: Наука, 1989. - 544 с.
4. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии: учеб. пособие / Под общ. ред. Ю.Б. Нечаева, В.И. Николаева – Воронеж, ОАО Концерн «Созвездие», 2008. – 629 с.
5. Фролов О.П. Зеркальные антенны для земных станций спутниковой связи М.: Горячая линия Телеком, 2008. - 496 с.
6. Фролов О.П. Антенны и фидерные тракты для радиорелейных линий связи. М.: Радио и связь, 2001. - 416 с.
7. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование ФАР под ред. проф. Воскресенского Д.И. – М.: Радиотехника, 2003, - 625с.
8. Климов А.И., Пастернак Ю.Г. Антенно-фидерные устройства: учебное пособие на магнитном носителе. Воронеж. ВГТУ. 2013. 235 с.

#### *Дополнительная литература*

1. Петров Б. М. Электродинамика и распространение радиоволн: Учебник для вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Горячая линия–Телеком, 2003. -558 с.
2. Ерохин Г.А., Чернышев О.В., Козырев Н.Д., Кочержевский В.Г. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. –М: Горячая линия Телеком, 2004, –491с.
3. Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.Н., Пономорев Л.И. Устройства СВЧ и антенны. – М: Радиотехника 2008, –384с.
4. Айзенберг Г.З., Ямпольский В.Г., Терешин О.Н. Антенны УКВ, ч.1 и 2. – М.: Связь, 1977.
5. Ямпольский. В.Г., Фролов О.П. Антенны и ЭМС. М.: Радио и связь, 1983, - 272 с.
6. Balanis C. A. Antenna theory analysis and design. – 4<sup>th</sup> edition. – Wiley, 2016, - 1065 p.