



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



УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ВГТУ

С.А. Колодяжный  
2017 г.

Система менеджмента качества

**ПРОГРАММА**

ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ  
ПО ПРОГРАММАМ ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ  
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

**«ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИКА И СИСТЕМЫ СВЯЗИ»**  
(направление подготовки 11.06.01)

**«АНТЕННЫ, СВЧ-УСТРОЙСТВА И ИХ ТЕХНОЛОГИИ»**  
(направленность 05.12.07)

Воронеж 2017



ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ

**ПРОГРАММА**

**ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ  
ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ  
«АНТЕННЫ, СВЧ-УСТРОЙСТВА И ИХ ТЕХНОЛОГИИ»**

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (по программам магистратуры и специалитета)

**I. Перечень элементов содержания, проверяемых  
на вступительном испытании по антеннам, СВЧ устройствам и их  
технологиям**

*Общие положения и междисциплинарные вопросы*

1. Основные параметры линии передачи (дисперсионная характеристика, затухание, электропрочность и др.). Классификация линий и краткий обзор по диапазонам волн. Единая математическая модель для отрезка линии передачи. Трансформация сопротивлений. Круговая номограмма. Расчет согласующих цепей.

2. Типовые элементы трактов различных диапазонов волн (переходы, повороты, стыковочные узлы, нерегулярности, отражающие препятствия и др.). Отрезок направляющей структуры как резонатор. Понятие об общей теории электромагнитных резонаторов. Потери в резонаторах. Собственная, внешняя и нагруженная добротности резонатора. Способы возбуждения и выполнения элементов связи. Представление о методах измерений параметров резонаторов. Применения резонаторов.

3. Матричное описание многополюсников СВЧ. Виды матриц рассеяния, сопротивлений, проводимостей, передачи. Соотношения между матрицами. Способы измерений элементов матриц (включая автоматизированные).

4. Ограничения на элементы матриц, налагаемые условиями взаимности, симметрии и отсутствия потерь. Составление матриц на примерах тройников, балансных устройств (двойной Т- мост, щелевой мост) и циркуляторов. Методы анализа и синтеза устройств СВЧ. Принцип декомпозиции.

5. Метод синфазного и противофазного возбуждения для симметричных 8-полюсников. Алгоритмизация проблемы анализа и синтеза многополюсников СВЧ.

*Линии передачи СВЧ*

6. Классификация линий передачи СВЧ и краткий обзор по диапазонам волн.

7. Полые резонаторы: прямоугольный и круглый, коаксиальный и квазистационарный.

8. Составление матриц на примерах тройников, балансных устройств (двойной Т- мост, щелевой мост) и циркуляторов.



9. Анализ и синтез направленных ответвителей (связанные линии, гибридное кольцо, квадратный мост).

10. Принципы построения соответствующих САПР для отдельных составных узлов СВЧ и для сложных интегрированных трактов.

*Элементарные излучатели, основные характеристики антенн*

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

12. Простейшие излучатели линейной и круговой поляризации (вибраторы, рамки, турникеты, элементы Гюйгенса, микрополосковые элементы).

13. Параметры антенных систем в передающем и приемном режимах. Комплексная характеристика направленности.

14. Поляризационные и фазовые свойства. КНД, коэффициент усиления, ширина луча, уровень бокового излучения. Взаимосвязь между параметрами.

15. Обобщенное представление антенны в радиосистеме в виде четырехполюсника.

*Особенности построения и характеристики антенн различного предназначения, конструктивного исполнения и диапазонов волн*

16. Антенны осевого излучения – диэлектрические, спиральные, импедансные, директорные. Оптимизация антенн осевого излучения. Волноводно-щелевые антенные решетки. Характеристики направленности, КНД, эффективная поверхность плоского раскрытия.

17. Схемы построения и разновидности антенных решеток. Активные фазированные антенные решетки.

18. Зеркальные, рупорные, линзовые апертурные антенны. Схемы построения одно-, двух- и многозеркальных антенн. Оптимизация облучателей зеркал и линз.

19. Гибридные зеркальные и линзовые антенны с облучателями в виде решеток.

20. Разновидности УКВ антенн и схемы построения. Способы увеличения рабочей полосы частот.



## 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 5 (пять) вопросов, на которые он должен максимально расширенно письменно ответить. Вопросы выбираются из каждого блока. При этом из блока, по специализации поступающего выбирается два вопроса.



Вопрос № 1. Типовые элементы трактов различных диапазонов волн (переходы, повороты, стыковочные узлы, нерегулярности, отражающие препятствия и др.). Отрезок направляющей структуры как резонатор.

Вопрос № 2. Ограничения на элементы матриц, налагаемые условиями взаимности, симметрии и отсутствия потерь. Составление матриц на примерах тройников, балансных устройств (двойной Т- мост, щелевой мост) и циркуляторов.

Вопрос № 3. Классификация управляющих устройств. Фазовращатели и коммутаторы на управляемых  $p-i-n$  – диодах. Ферритовые приборы – вентили, циркуляторы, фазовращатели.

Вопрос № 4. Простейшие излучатели линейной и круговой поляризации (вибраторы, рамки, турникеты, элементы Гюйгенса, микрополосковые элементы).

Вопрос № 5. Обобщенное представление антенны в радиосистеме в виде четырехполосника. Поляризационные соотношения при радиоприеме.

#### IV. Критерии оценивания работ поступающих

Оценивание ответов на каждый вопрос осуществляется по 5-балльной шкале в зависимости от правильности и развернутости (углубленности) ответа (согласно таблице 1). После ответов на все вопросы определяется среднее арифметическое, округленное в большую или меньшую сторону по правилам математики.

Таблица 1

Оценка	Критерий оценки
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.



## У. Рекомендуемая литература

### *Основная литература*

1. Ерохин Г.А., Чернов О.В., Козырев Н.Д., Кочержевский В.Д. Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн. М.: Горячая Линия - Телеком, 2007. — 531 с. — ISBN: 978-5-93517-370-0.
2. Фельд Я.Н. Основы теории антенн: Учебное пособие. М.: Дрофа. 2007. 491 с.
3. Климов А.И., Пастернак Ю.Г. Антенно-фидерные устройства: учебное пособие на магнитном носителе. Воронеж. ВГТУ. 2013. 235 с.
4. Воскресенский Д.И. Устройства СВЧ и антенны. М.: «Радиотехника». 2006: 376 с. ISBN: 5-88070-086-02006.
5. Сазонов Д. М. Антенны и устройства СВЧ. М.: Энергия 1988. 432 с.

### *Дополнительная литература*

1. Гошин Г.Г. Устройства СВЧ и антенны. Часть 2. Антенны, 2012., 159 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=4952](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4952).
2. Сомов А.М., Старостин В.В., Кабетов Р.В. Антенно-фидерные устройства. 2011 г., 404 стр. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5200](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5200).
3. Двуреченский В.Д., Федотов А.Ю. Антенны с импедансными периодическими структурами. 2013, 152 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5149](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5149)
4. Сомов А.М., Виноградов А.Ю., Кабетов Р.В. Устройства СВЧ и малогабаритные антенны, 2012, 440 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5201](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5201)
5. Шостак А.С., Корогодов В.С., Козлов В.Г. Техническая электродинамика, Основы электродинамики и распространение радиоволн, Антенны и устройства СВЧ. 2012, 137 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=10907](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=10907).

### *Справочная и нормативная литература*

1. Volakis J.L. Antenna engineering handbook. // Digital Engineering Library@McGraw-Hill Companies. 2007. 1755 P. URL: <http://www.digitalengineeringlibrary.com>.
2. Milligan T.A. Modern antenna design: second edition. New Jersey: IEEE Press, Wiley-Interscience. 2005. 614 P.
3. Handbook of antennas in wireless communications / Ed. by L. C. Godara. Boca Raton: CRC Press LLC. 2002. 889 P.



ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ

**ПРОГРАММА**

**ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРИЕМЕ НА ОБУЧЕНИЕ ПО ПРОГРАММАМ  
ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ  
«АНТЕННЫ, СВЧ-УСТРОЙСТВА И ИХ ТЕХНОЛОГИИ»**

**Лист согласования**

Ответственный исполнитель:

\_\_\_\_\_ д.т.н., проф. кафедры РЭУС

Пастернак Юрий Геннадьевич

\_\_\_\_.\_\_\_\_.2017 г.