

ПРИЛОЖЕНИЕ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Радиоуправление и связь»

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Б1.В.01.02 «ЭЛЕКТРОДИНАМИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН»**

Направление подготовки  
11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки  
Радиофотоника

Уровень подготовки  
бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Формы обучения – очная

Рязань 2020

Оценочные материалы – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков, приобретенных обучающимися на практических занятиях и лабораторных работах. При выполнении лабораторных работ применяется система оценки «зачтено – не зачтено». Количество лабораторных работ по каждому модулю определено графиком, утвержденным заведующим кафедрой.

На практических занятиях допускается использование либо системы «зачтено – не зачтено», либо рейтинговой системы оценки, при которой, например, правильно решенная задача оценивается определенным количеством баллов. При поэтапном выполнении учебного плана баллы суммируются. Положительным итогом выполнения программы является определенное количество набранных баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине осуществляется проведением зачёта и экзамена.

Форма проведения зачёта - устный ответ по билетам, содержащим вопрос и набор ответов, один из которых - правильный.

Форма проведения экзамена – устный ответ по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. В процессе подготовки к устному ответу экзаменуемый может составить в письменном виде план ответа, включающий в себя определения, выводы формул, рисунки и т.п.

### Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1.	Основные уравнения и законы электродинамики	ПК-3	Зачет, экзамен, практическое занятие
1	2	3	4
2.	Распространение электромагнитных волн	ПК-3	Зачет, экзамен, практическое занятие, лаб. работа
3.	Излучение электромагнитных волн	ПК-3	Зачет, экзамен, практическое занятие, лаб. работа
4.	Волны в направляющих системах	ПК-3	Зачет, экзамен, практическое занятие
5.	Распространение радиоволн по естественным трассам	ПК-3	Зачет, экзамен, практическое занятие

### Типовые контрольные задания или иные материалы

#### 1. Вопросы к зачету

1. Основные понятия и определения. Система уравнений Максвелла.
2. Граничные условия.
3. Основные теоремы электродинамики.
4. Поле плоской однородной волны в неограниченной линейной изотропной среде.

#### 2. Вопросы к экзамену

0. Поле плоской однородной волны в произвольно ориентированной системе координат.

##### 1. Волны на границе раздела двух сред.

- 1.1. Основные понятия и определения.
- 1.2. Законы Снеллиуса и формулы Френеля.
- 1.3. Эффект Брюстера.
- 1.4. Наклонное падение волны на идеально проводящую поверхность.
- 1.5. Полное внутреннее отражение.
- 1.6. Приближенные граничные условия (Леонтовича-Щукина).
- 1.7. Поверхностный эффект в проводниках.

##### 2 Поле в направляющих системах.

- 2.1 Основные определения и классификация.
- 2.2. Поле нормальных волн в волноводах.  
Основные определения, формулировка и способ решения задачи.  
Поле типа Н в прямоугольном волноводе.  
Поле типа Е в прямоугольном волноводе.  
Поле нормальных волн типа Н и Е в круглом волноводе.  
Общие свойства электромагнитного поля в волноводе.  
Режимы работы волноводов.  
Структура поля в волноводе.  
Токи в стенках волновода.  
Электрическая прочность волновода.  
Скорость движения энергии и сигнала в волноводе.  
Расчёт потерь в волноводе.  
Выбор размеров волноводов.  
Связь волноводов с внешними устройствами.  
Концепция парциальных волн

### 3 Электромагнитное поле элементарных источников.

- Основные определения.
- Поле элементарного электрического источника.
  - А. Общие соотношения.
  - Б. Поле дальней зоны.
  - В. Поле ближней зоны.
- Основные параметры антенн.
- Принцип двойственности.
- Элементарный магнитный вибратор

- 3.6. Эквивалентные поверхностные токи.
- 3.7. Элемент Гюйгенса.
- 3.8. Теорема взаимности.

### 4. Распространение радиоволн по естественным трассам.

- 4.8. Основные определения и классификация.
- 4.9. Уравнения идеальной радиосвязи и радиолокации.
- 4.10. Область пространства, существенная при распространении радиоволн.
- 4.11. Учет влияния подстилающей поверхности на распространение радиоволн.
- 4.12. Учет влияния тропосферы.
- 4.13. Учет влияния ионосферы.
- 4.14. Диапазонные особенности распространения радиоволн.
  - 4.14.1. Сверхдлинные и длинные радиоволны.
  - 4.14.2. Средние волны.
  - 4.14.3. Короткие волны.
  - 4.14.4. Ультракороткие волны.

### 3. Контрольные тестовые вопросы по курсу

1. Укажите уравнение, записанное правильно:

$$1. \vec{H}_{\tau 1} - \vec{H}_{\tau 2} = \left[ \vec{n}_0 \cdot \vec{\delta}_s \right]$$

$$2. \vec{H}_{\tau 1} - \vec{H}_{\tau 2} = \left[ \vec{\delta}_s \cdot \vec{n}_0 \right]$$

$$3. \vec{H}_{\tau 1} - \vec{H}_{\tau 2} = \left[ \vec{n}_0 \cdot \vec{\delta} \right]$$

$$4. H_{\tau 1} - H_{\tau 2} = \left[ \vec{n}_0 \cdot \vec{\delta}_s \right]$$

Правильный ответ - 2

2. Система считается изолированной, если

$$1. P_{ct} = 0$$

$$2. P_{\Sigma} > 0$$

$$3. P_T = 0$$

$$4. P_{\Sigma} = 0$$

$$5. P_{\Sigma} < 0$$

Правильный ответ - 4

3. Наиболее общий вид поляризации;

1. Линейная

2, Эллиптическая

3, Круговая

Правильный ответ - 2

4. 4. Проводник считается хорошим, если

1.  $\sigma \square 1$

2.  $\frac{\sigma}{\omega \varepsilon} \square 1$

3.  $\frac{\sigma}{\omega \varepsilon_a} \square 1$

Правильный ответ - 3

5. Размерность выражения  $\int_V \vec{\delta} \cdot \vec{E} \cdot dV$ :

1. В

2. А

3. Вт

4. Вт/м<sup>3</sup>

Правильный ответ - 3

6. Плоскость поляризации перпендикулярна:

1. Вектору  $\vec{E}$ 2. Вектору  $\vec{P}$ 3. Вектору  $\vec{H}$ 

Правильный ответ - 3

РГРТУ	Экзаменационный билет № 1 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
1. Наклонное падение плоской однородной волны на поверхность идеального проводника. 2. Электрическая прочность волновода.		

РГРТУ	Экзаменационный билет № 2 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поле плоской однородной волны на границе раздела двух сред: основные определения, формулировка и метод решения задачи.</li> <li>2. Расчёт потерь в волноводе.</li> </ol>		

РГРТУ	Экзаменационный билет № 3 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поле плоской однородной волны на границе раздела двух сред: параллельная поляризация.</li> <li>2. Выбор размеров волновода.</li> </ol>		

РГРТУ	Экзаменационный билет № 4 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Элемент Гюйгенса</li> <li>2. Связь волноводов с внешними устройствами.</li> </ol>		

РГРТУ	Экзаменационный билет № 5 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Эффект Брюстера.</li> <li>2. Концепция парциальных волн.</li> </ol>		

РГРТУ	Экзаменационный билет № 6 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорость движения энергии и сигнала в волноводе.</li> <li>2. Основные параметры антенн.</li> </ol>		

РГРТУ	Экзаменационный билет № 7 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полное внутреннее отражение.</li> <li>2. Учет влияния ионосферы.</li> </ol>		



РГРТУ	Экзаменационный билет № 8 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приближенные граничные условия Леонтовича.</li> <li>2. Учет влияния тропосферы.</li> </ol>		
РГРТУ	Экзаменационный билет № 9 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поверхностный эффект.</li> <li>2. Поле элементарного электрического вибратора: поле дальней зоны.</li> </ol>		
РГРТУ	Экзаменационный билет № 10 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поле в направляющих системах: основные определения и классификация.</li> <li>2. Уравнения идеальной радиосвязи и радиолокации.</li> </ol>		

РГРТУ	Экзаменационный билет № 11 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поле элементарного электрического вибратора: поле ближней зоны.</li> <li>2. Теорема взаимности.</li> </ol>		
РГРТУ	Экзаменационный билет № 12 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поле плоской однородной волны в произвольно ориентированной системе координат.</li> <li>2. Диапазонные особенности распространения радиоволн: сверхдлинные, длинные и средние волны.</li> </ol>		
РГРТУ	Экзаменационный билет № 13 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Режимы работы волноводов.</li> <li>2. Диапазонные особенности распространения радиоволн: короткие и ультракороткие волны.</li> </ol>		

РГРТУ	Экзаменационный билет № 14 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поле плоской однородной волны на границе раздела двух сред: перпендикулярная поляризация.</li> <li>2. Эквивалентные поверхностные токи.</li> </ol>		
РГРТУ	Экзаменационный билет № 15 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Доминантная область радиолинии.</li> <li>2. Принцип двойственности.</li> </ol>		
РГРТУ	Экзаменационный билет № 16 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Структура поля в волноводе.</li> <li>2. Учет влияния подстилающей поверхности.</li> </ol>		

РГРТУ	Экзаменационный билет № 17 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
1. Токи в стенках волновода. 2. Электромагнитное поле элементарного электрического вибратора: общие соотношения.		

РГРТУ	Экзаменационный билет № 18 <b>Кафедра РУС</b> Дисциплина <i>Электродинамика и распространение радиоволн</i>	Утверждаю Зав. кафедрой  17.12.2019
1. Элементарный магнитный вибратор. 2. Общие свойства полей в волноводах.		

#### 4. Контрольные вопросы к лабораторным работам

**Работа 1.** Основные особенности измерений на СВЧ (4 часа).

1. Какие параметры оцениваются при измерениях на СВЧ?
2. Для чего используют детекторные секции в радиоизмерительной аппаратуре?
3. Почему при измерениях необходимо производить калибровку детектора?
4. В каких режимах работает измерительный усилитель?
5. Что такое измерительная линия и для чего она предназначена?

**Работа 2.** Структура электромагнитного поля в волноводе (4 часа).

**Контрольные вопросы:**

1. Основные типы направляющих систем и основные типы волн в них.
2. Отличие полей в волноводах от полей в коаксиальных (и других подобных) линиях.
3. Режимы работы волноводов.
4. Основной тип поля в волноводе. Преимущества работы на волне основного типа.
5. Смысл индексов  $m$  и  $n$  в обозначении типов поля.

6. Концепция парциальных волн.
7. Структура поля и основные параметры волн типа  $H_{10}$ ,  $H_{11}$ ,  $E_{11}$  в прямоугольных волноводах.
8. Зависимость параметров волн от частоты и размеров волновода.
9. Структура поля и основные параметры волн типа  $H_{11}$ ,  $H_{01}$ ,  $E_{01}$  в круглых волноводах.
10. Структура токов в стенках прямоугольных и круглых волноводов для волн, перечисленных в пп. 7 и 8. Излучающие и неизлучающие щели.
11. Способы возбуждения волноводов.
12. Зависимость мощности, передаваемой по волноводу, от составляющих электромагнитного поля, частоты (длины волны) генератора и размеров волновода.
13. Предельная мощность, передаваемая по волноводу. Что происходит при превышении предельной мощности?
14. Зависимость потерь в стенках прямоугольного волновода от частоты (длины волны).
15. Распределение составляющих поля в волноводе при коротком замыкании, открытом конце волновода, индуктивной и емкостной нагрузках.
16. Характеристическое и эквивалентное сопротивление волновода.
17. Виды неоднородностей в волноводе и их эквивалентные схемы.
18. Функциональная схема установки и методика проведения эксперимента.
19. Функциональная схема лабораторного генератора СВЧ.
20. Функциональная схема измерительного устройства.
21. Устройство измерительной линии.
22. Определение сопротивления нагрузки с помощью круговой диаграммы для длинных линий.
23. Градуировка индикаторного устройства.
24. Определение размеров волновода для работы на волне заданного типа по известной частоте генератора.
25. Устройство и принцип действия волноводных согласующих шлейфов.

**Работа 3.** Исследование структуры электромагнитного поля в резонаторах волноводного типа (4 часа).

#### **Контрольные вопросы:**

1. Сформулировать условие резонанса в объемном резонаторе.
2. Назвать основные типы резонаторов.
3. Рассказать о добротности объемного резонатора.
4. Показать, как повлияет на добротность резонатора заполнение его диэлектриком без потерь при сохранении типа колебаний.
5. Назвать возможные типы колебаний в объемном резонаторе прямоугольной и цилиндрической формы.
6. Объяснить смысл индексов  $m$ ,  $n$  и  $p$  в обозначении типа поля в резонаторе.
7. Показать, как изменится собственная резонансная частота прямоугольного резонатора с волной типа  $H_{mn2}$  при изменении его длины вдвое.

8. Рассказать о методе пробного тела для определения структуры поля в резонаторе,
9. Объяснить, почему на СВЧ невозможно применение контуров с сосредоточенными параметрами.
10. Назвать возможные области применения объемных резонаторов.
11. Показать, что в резонаторе без потерь нет переноса энергии в продольном направлении.
12. Пояснить принципиальную возможность объемных резонаторов (из уравнения баланса энергии электромагнитного поля).
13. Объяснить, почему резонаторы имеют множество резонансных частот.
14. Назвать способы возбуждения резонаторов.
15. Показать преимущества колебаний типа  $H_{011}$  в круглом резонаторе перед другими типами колебаний.
16. Рассказать о методике снятия частотной характеристики резонатора.
17. Привести функциональную схему установки для измерения структуры поля методом пробного тела.

**Работа 4.** Исследование волновых процессов в намагниченном феррите (4 часа).

### Контрольные вопросы

1. Чем обусловлены магнитные свойства феррита?
2. При каких условиях возникает вынужденная прецессия?
3. Чем характеризуется эффект ферромагнитного резонанса?
4. Чем определяется частота ферромагнитного резонанса?
5. Что происходит при продольном ферромагнитном резонансе?
6. Как изменяются составляющие тензора магнитной проницаемости в зависимости от величины подмагничивающего поля  $H_0$ ?
7. Что происходит в намагниченном феррите при возникновении эффекта Фарадея?
8. Что характеризует постоянная Фарадея?
9. В каком случае феррит считается продольно-намагниченным?
10. В каком случае феррит считается поперечно-намагниченным?
11. При каких условиях возникает в намагниченном феррите необыкновенная волна?
12. При какой ориентации векторов  $E$  и  $H$  электромагнитной волны относительно постоянного внешнего поля  $H_0$  возникает в феррите обыкновенная волна?
13. Чем характеризуется поперечный резонанс?
14. Чем характеризуется эффект смещения поля?
15. Какое свойство феррита используется в вентиле, выполненном на основе круглого волновода с волной  $H_{11}$ ?
16. Что лежит в основе принципа действия гиратора?
17. Устройство и принцип действия вентиля на эффекте Фарадея.
18. Устройство и принцип действия аттенюатора на эффекте Фарадея.
19. Методика измерения потерь в устройствах, использующих эффект

Фарадея.

### 5. Темы практических занятий

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование практических занятий
1	1	Элементы векторного анализа – 1 час
2	1	Основные характеристики электромагнитного поля – 1 час
3	1	Уравнения Максвелла – 1 час
4	1	Граничные условия электродинамики – 1 час
5	1	Теорема Пойнтинга – 1 час
6	2	Плоские электромагнитные волны – 1 час
7	3	Волноводы – 1 час
8	3	Объемные резонаторы – 1 час

### Критерии оценивания компетенций (результатов)

При оценивании компетенций необходимо учитывать следующие факторы:

1. Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.
2. Умение анализировать материал, устанавливать причинно-следственные связи.
3. Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, умение
4. Качество ответа (его общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция)
5. Использование дополнительной литературы при подготовке ответов.

Уровень освоения сформированности знаний, умений и навыков по дисциплине оценивается в форме бальной отметки:

**«Отлично»** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

**«Хорошо»** заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной

работы и профессиональной деятельности.

**«Удовлетворительно»** заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

**«Неудовлетворительно»** выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценка **«зачтено»** выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнил практическое задание.

Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе. Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на семинарских занятиях.

Оценка **«не зачтено»** выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях, компонентах, этапах развития культуры у студента нет. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.