

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:  
на заседании кафедры физической  
электроники и нанофизики  
протокол № 6 от «25» апреля 2020 г.

Согласовано:  
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой



/ Бахтизин Р.З.



/ Балапанов М.Х.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Волны в нестационарных средах

*(наименование дисциплины)*

по выбору

*(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))*

**программа магистратуры**

Направление подготовки (специальность)

**03.03.03 Радиофизика**

*(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Направленность (профиль) подготовки

**«Цифровые технологии обработки информации»**

*(наименование направленности (профиля) подготовки)*

Квалификация  
магистр

Разработчики (составители)

профессор, д.ф.-м.н., доцент

*(должность, ученая степень, ученое звание)*



/Шайхитдинов Р.З

Уфа 2020 г.

Составитель/составители

Доктор физ.-мат. наук, профессор



/ Шайхитдинов Р.З./

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Протокол №6 от « 25 » апреля 2020 г.

## Список документов и материалов (оглавление)

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - (Приложение №1)	6 (19)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	7
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	7
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	9
4.3. Рейтинг-план дисциплины (Приложение №2)	21
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	15
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	16

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

При изучении дисциплины «Антенно-фидерные устройства» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ОПК-4 - способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности,

ПК-2 - способность использовать основные методы радиофизических измерений.

Для формирования указанных компетенций и освоения образовательной программы обучающийся должен показать следующие результаты обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать основы современной радиотехники; принципы и методы приема-передачи энергии электромагнитных волн, классификацию антенн и фидерных трактов, их принципы работы и области применения в зависимости от области решаемых и поставленных задач, особенности распространения электромагнитных волн, происходящих в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объемных резонатора.	ОПК-4 , ПК-6,	Кроме изучаемой дисциплины эти вопросы входят в компетенцию теории колебаний , распространения электромагнитных волн, автоматизации физического эксперимента, электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, сканирующей зондовой микроскопии, квантовой радиофизик и физической электроники (ПК-1, ПК-2), радиотехнических измерений, микропроцессорной техники (ПК-5)..
Умения	1. Использовать знания, полученные при изучении процессов распространения ЭМВ в различных системах, при расчете радиотехнических цепей, а также в процессе изучения последующих курсов	ПК-6	
	2. Уметь формулировать обоснованные технические требования к радиоэлектронным средствам.	ПК-6	
	3. Использовать полученные знания при решении задач в научных исследованиях в соответствующей области.	ПК-6	
Владения	1.навыками проведения	ОПК-1, ПК-6	

я (навыки / опыт деятель ности)	экспериментальных исследований колебательных процессов и случайных полей в радиofизических системах		
	2. навыками компьютерных расчетов волновых, статистических и случайных процессов	ПК-6	

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Волны в нестационарных средах» является дисциплиной по выбору и входит в раздел «Б1.В.ДВ.3» (профессиональный цикл) ФГОС по направлению подготовки 03.03.03 «Цифровые технологии обработки информации».

Дисциплина «Волны в нестационарных средах» относится к части рабочего учебного плана.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 8 семестре.

Цели изучения дисциплины: «Волны в нестационарных средах»

Целью учебной дисциплины является формирование у студентов научного физического мировоззрения на базе изучения электромагнитных процессов в природе и технике, чтобы использовать полученные знания в своей профессиональной деятельности.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих курсах (разделах курсов): 1. Высшая математика (дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, математический анализ, теория комплексных чисел); 2. Физика (электричество, магнетизм, оптика); 3. Основы электротехники; 4. Электроника; 5. Радиоэлектроника; 6. Теория колебаний; 7. Распространение электромагнитных волн.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, предварительно сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика, физический практикум, теоретическая механика, математический анализ, дифференциальные уравнения, тензорный анализ и векторная алгебра.

Чтобы приступить к изучению дисциплины «Волны в нестационарных средах» студент должен знать основные понятия и законы перечисленных выше дисциплин, уметь находить производные функций и их пределы, уметь пользоваться разложением функций в ряд, уметь решать дифференциальные уравнения с применением граничных и начальных условий, иметь навыки нахождения неопределенных и определенных интегралов функций. Студент должен иметь представления об основных средствах измерений в лабораторном физическом практикуме, уметь пользоваться измерительными приборами в рамках лабораторного физического практикума, иметь навыки расчетов погрешностей прямых и косвенных измерений.

Освоение данного раздела общей физики является обязательным этапом подготовки к изучению специальных дисциплин «Антенно-фидерные устройства», «Случайные поля и волны», «СВЧ приборы».

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

**ОПК-4:** способность к свободному владению профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий, использованию современных компьютерных сетей, программных продуктов и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 «Не удовлетворительно»	3 «Удовлетворительно»	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	1. Знать основы электродинамики и современной радиотехники. 2. Знать особенности распространения волновых процессов, происходящих в различных средах, в линиях передачи электромагнитной энергии и объемных резонаторах.	Показывает полное незнание материала или имеет фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	Имеет значительные пробелы в знаниях, допускает существенные ошибки в ответах	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки в ответах	Знает всё
Второй этап (базовый уровень)	Уметь использовать знания, полученные при изучении процессов распространения ЭМВ в различных системах, в процессе изучения последующих курсов, формулировать обоснованные технические требования к радиоэлектронным средствам	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
Третий этап (повышенный уровень)	1. Владеть навыками по расчету основных параметров приемно-передающих устройств в электрических цепях	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве

**ПК-6:** способность внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 «Хорошо»	5 «Отлично»
Первый этап (начальный уровень)	1 Знать возможности применения электродинамики в развитии систем связи и вещания 2.Знать схемотехнику электромагнитных колебательных	Показывает полное незнание материала или имеет	Имеет значительные пробелы в знаниях,	Знает почти всё, допускает незначительные ошибки	Знает всё

	контуров, их параметры и особенности.	фрагментарные знания небольшой части материала, допускает грубые ошибки	допускает существенные ошибки в ответах	в ответах	
Второй этап (базовый уровень)	1. Уметь формулировать обоснованные технические требования к радиоэлектронным средствам.	Не умеет	Умеет, но допускает значительные ошибки	Умеет, допускает незначительные ошибки	Умеет в совершенстве
	2. Использовать знания, полученные при изучении процессов распространения ЭМВ в различных системах, в процессе изучения последующих курсов.				
	3. Уметь решать соответствующие интегро-дифференциальные уравнения.				
Третий этап (повышенный уровень)	1. Владеть навыками по расчету основных параметров приемно-передающих устройств в электрических цепях.	Практически не владеет	Владеет слабо, допускает значительные ошибки	Владеет, допускает незначительные ошибки	Владеет в совершенстве
	2. Правильно выбирать параметры цепей с учетом возможности возникновения «паразитных» колебательных процессов.				

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать основы электродинамики и современной радиотехники и особенности распространения электромагнитных волн, происходящих в различных средах, физическую природу возникновения случайных волн.	ОПК-4	Тест, контрольная работа
2-й этап Умения	1. Использовать знания, полученные при изучении процессов распространения ЭМВ в различных системах, в процессе изучения последующих курсов	ОПК-4, ПК-6	Контрольная работа
	2. Уметь формулировать обоснованные технические	ПК-6	Тест



	требования к радиоэлектронным средствам		
	3. Использовать полученные знания при решении задач в научных исследованиях в соответствующей области	ОПК-4 , ПК-6	Тест
3-й этап	1. Владеть навыками по расчету основных параметров приемно-передающих устройств в электрических цепях	ОПК-4 , ПК-6	Контрольная работа
Владеть навыками	2. Правильно выбирать параметры случайных волн с учетом особенностей распространения ЭМВ.	ОПК-4 , ПК-6	Контрольная работа, тест

### 4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Примерные вопросы для зачета:

1. Среды с плавной неоднородностью показателя преломления. Приближение геометрической оптики. Уравнения эйконала и переноса.
2. Уравнение луча. Слоисто-неоднородные среды. Лучи в плоскостойких и сферическислойных средах.
3. Геометрическая оптика плоскостойких волноводов. Волновод земля–ионосфера, градиентные оптические волноводы, акустические волноводы в океане.
4. Волновые пучки и дифракция. Теория дифракции Кирхгофа. Интегральная формула Кирхгофа–Гельмгольца, интеграл Кирхгофа.
5. Угловой спектр плоских волн. Дифракция в зонах Френеля и Фраунгофера. Волновые пучки.
6. Метод параболического уравнения в теории дифракции. Приближение квазиоптики. Законы сохранения.
7. Расплывание и фокусировка гауссовых волновых пучков.
8. Нелинейные волны в отсутствие дисперсии
9. Нелинейные среды. Нарушение принципа суперпозиции. Эффекты нелинейного взаимодействия и самовоздействия волн.
10. Уравнения нелинейной акустической волны в среде без диссипации. Решение Римана,
11. Простые волны. Уравнение простых волн с квадратичной нелинейностью. Опрокидывание волны.
12. Динамика формирования разрывов. Ударные волны. Нелинейная акустическая волна в диссипативной среде. Уравнение Бюргера. Число Рейнольдса. Замена Хопфа–Коула и параболическое уравнение. Стационарная волна бегущая волна.
13. Волны в нелинейных средах со слабой дисперсией
14. Гравитационные волны на поверхности жидкости. Уравнение Кортевега–де Фриса.
15. Законы сохранения для уравнения КдФ. Решение уравнения в виде стационарной бегущей волны.
16. Стационарные уединенные волны и солитоны. Порог возбуждения солитона. Взаимодействие солитонов.
17. Нелинейное уравнение Шредингера. Солитоны огибающей волнового пакета. Самофокусировка волновых пучков.

19. Самоиндуцированная прозрачность и уравнение  $\sin$ -Гордона. Односолитонные решения,  $2\pi$ -импульсы.
20. Метод обратной задачи рассеяния в теории солитонов. Прямая и обратная задачи рассеяния.
21. Коэффициенты отражения и прохождения. Уравнение Гельфанда–Левитана–Марченко.
22. Нелинейные волны в диспергирующих средах.
23. Взаимодействия квантизованных электромагнитных волн в диспергирующей среде.
24. Приближение медленно меняющихся амплитуд. Укороченные уравнения для комплексных амплитуд взаимодействующих волн.
25. Генерация второй гармоники. Приближение заданного поля. Биения амплитуды второй гармоники при нарушении синхронизма.
26. Когерентная длина и длина нелинейного взаимодействия. Взаимодействие первой и второй гармоник при фазовом синхронизме. Эффект полной перекачки энергии.

В рамках использования модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов итоговая оценка знаний студента по дисциплине производится по сумме баллов, полученных в рамках текущего и рубежного контроля знаний, умений и навыков в течение семестра, и баллов, полученных на зачете.

За работу в семестре студент получает до 70 баллов за выполнение заданий в рамках текущего и рубежного контроля и дополнительно до 10 баллов за участие на конференциях. Для допуска к экзамену студент должен набрать в семестре не менее 35 баллов.

Максимальное количество баллов, получаемое студентом на зачете, составляет 50 баллов.

Перевод оценки из 100-балльной в систему зачет/незачет производится следующим образом:

- зачет – от 60 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- незачет - менее 50 баллов.

#### **Критерии оценивания ответа на зачете:**

Максимальная оценка – 30 баллов складывается из оценки за ответ на вопросы билета и оценок за ответы на дополнительные вопросы.

#### **За ответы на вопросы билета выставляется**

- **15 баллов**, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание формул, терминологии, понимание физической сути явлений и экспериментов, умение последовательно и логично отвечать на вопросы билета в объеме рекомендованной литературы.

Студент без затруднений ответил на уточняющие вопросы преподавателя по материалам билета.

- **10-14 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл без серьезных ошибок оба теоретических вопроса, однако показал пробелы в знаниях 20-25 % объема билета. Не на все уточняющие вопросы были даны корректные ответы.

- **5-9 баллов** выставляется студенту, если даны ответы на оба теоретических вопроса в объеме 35-50 % от полного ответа. Студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий, законов и формул, описании основных экспериментов. Студент не дает удовлетворительных ответов на уточняющие вопросы по билету.

- **1-4 балла** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий, законов и экспериментов, или полностью отсутствует ответ на один вопрос и допущены серьезные

ошибки и пробелы при ответе на второй вопрос. На уточняющие вопросы не получены ответы или ответы на них в корне ошибочны.

**Примеры дополнительных вопросов на зачете:**

1. Влияние металлического экрана на излучение вибратора
2. Вибраторные антенны на основе микрополосковых линий передачи.
3. Миниатюризация вибраторных антенн.
4. Апертурный метод расчета характеристик излучения антенн.
5. Зависимость характеристик антенн от распределения поля в апертуре.
6. Влияние фазовых искажений поля в апертуре на излучение антенны.
7. Излучение из открытого конца полого металлического волновода.
8. Пирамидальные рупорные антенны.
9. Параболические зеркальные антенны.
10. Виды облучателей зеркальных параболических антенн.
11. Влияние параболического зеркала на облучатель.
12. Двухзеркальная параболическая антенна системы Грегори.
13. Двухзеркальная параболическая антенна системы Кассегрена

**За ответ на дополнительный вопрос на зачете выставляется:**

- 3 балла, если студент дал исчерпывающе полный и правильный ответ;
- 2 балла, если ответ верен, но дан не в полном объеме учебной программы, или содержит незначительные ошибки;
- 1 балл, если ответ на вопрос дан, но содержит серьезные ошибки или большие пробелы в изложении;
- 0 баллов, если студент не ответил или ответил в корне неверно.

Дополнительные вопросы задаются студенту после ответа на вопросы билета.

## **Задания для проведения письменных опросов (тестов)**

### Описание теста 1.

Содержит задания для рубежного контроля усвоения материала лекций (модуль 1). Тест рассчитан на 45 минут, состоит из 5 заданий. Каждое задание оценивается в 4 балла.

### *Пример варианта теста 1.*

1. Дайте определение нестационарности сред.
2. Перечислите условия наблюдения отражения и преломления радиоволн.
3. Объясните явление постепенного преломления лучей из-за неоднородности среды.
4. От чего зависят коэффициенты преломления и отражения в нестационарных средах??
5. Как поляризованы волны в нестационарных средах?

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

#### **Основная литература:**

1. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн. / Б.М.Петров –М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 558 с.
2. Нефедов Е.И. Техническая электродинамика. / Е.И.Нефедов –М.: Издательский центр "Академия", 2008. – 416 с
3. Ерохин Г.А., Чернышев О.В., Козырев Н.Д., Кочержевский В.Д. Антенно – фидерные устройства и распространение радиоволн. – Учебник./ Г.А.Ерохин, О.В.Чернышев, Н.Д.Козырев, В.Д.Кочержевский – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. –540 с.
4. Нефедов Е.И. Устройства СВЧ и антенны: Учебное пособие. / Е.И.Нефедов –М.: Издательский центр "Академия", 2009. – 384 с.
5. Баскаков С.И. Электродинамика и распространение радиоволн./ С.И.Баскаков –М.: Высшая школа, 1992. – 416 с.

#### **Дополнительная литература:**

1. Неганов В.А., Нефедов Е.И., Яровой Г.П. Современные методы проектирования линий передачи и резонаторов сверх- и крайневых частот: Учебное пособие/В.А.Неганов, Е.И.Нефедов, Г.П.Яровой –М.: Педагогика Пресс, 1998. – 328 с.
2. Нефедов Е.И. Антенно – фидерные устройства и распространение радиоволн. / Е.И.Нефедов –М.: Издательский центр "Академия", 2006. – 320 с.
3. Воскресенский Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны. / Д.И.Воскресенский, В.Л.Гостюхин, В.М.Максимов, Л.И.Пonomарев – М.: Радиотехника, 2006. – 420 с
4. Петров Б.М., Костромитин Г.И., Горемыкин Е.В. Логопериодические вибраторные антенны. / Б.М.Петров, Г.И.Костромитин, Е.В.Горемыкин –М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 420 с– 239 с

**8. 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

1. <http://www.knigafund.ru/books/>
2. <http://www.iqlib.ru/>
- 3 <http://www.bibliotech.ru>

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине приведена в таблице:

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория 313 (физмат корпус)	Лекции	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран
<i>учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</i> аудитории № 311 или № 313 (физмат корпус)	Лабораторные занятия	Лабораторные стенды, компьютер, мультимедийный проектор, экран.
Аудитория 313 (физмат корпус)	Практические занятия	Доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран

Лабораторные занятия проводятся в ауд. 311 и 313, которые укомплектованы лабораторными стендами, измерительными приборами (осциллографы, мультиметры, и т.д.), генераторами электрических колебаний, источниками питания, паяльными станциями.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФИЗИКО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины « Волны в нестационарных средах » на  3  семестр  
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	5/72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	18,2
лекций	18
практических/ семинарских	
лабораторных	
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	54
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	

Форма контроля:

Зачет  1  семестр

№ п.п.	Тема и содержание	Форма изучения материалов:				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов (СРС)	Форма текущего контроля успеваемости
		лекции, практические семинарские лабораторные самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)	занятия, занятия, работы, и	ЛК	ПР/СЕМ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<b>Модуль 1. Волны в неоднородных средах</b> Среды с плавной неоднородностью показателя преломления. Приближение геометрической оптики. Уравнения эйконала и переноса. Уравнение луча. Слоисто-неоднородные среды. Лучи в плоскостойких и сферическислойных средах. Геометрическая оптика плоскостойких волноводов. Волновод земля–ионосфера, градиентные оптические волноводы, акустические волноводы в океане.	2			4	1 (§1.1-1.7), 3 (§2-3).	5(§1-3).	Тест
2	Волновые пучки и дифракция. Теория дифракции Кирхгофа. Интегральная формула Кирхгофа–Гельмгольца, интеграл Кирхгофа. Угловой спектр плоских волн. Дифракция в зонах Френеля и Фраунгофера. Волновые пучки. Метод параболического уравнения в теории дифракции. Приближение квазиоптики. Законы сохранения. Расплывание и	2			6	1 (§2.1-2.3)1(§6-9), 2(§11), 5(§2,3)	5(§3-5)	Тест



	фокусировка гауссовых волновых пучков.							
3	Нелинейные волны в отсутствие дисперсии Нелинейные среды. Нарушение принципа суперпозиции. Эффекты нелинейного взаимодействия и самовоздействия волн. Уравнения нелинейной акустической волны в среде без диссипации. Решение Римана, простые волны. Уравнение простых волн с квадратичной нелинейностью. Опрокидывание волны	2		2	6	1(§2.3-2.5), 3(§13-15), 5(§3-8).	5(§21-23)	Тест, КР
4	Динамика формирования разрывов. Ударные волны. Нелинейная акустическая волна в диссипативной среде. Уравнение Бюргерса. Число Рейнольдса. Замена Хопфа–Коула и параболическое уравнение. Стационарная волна. Бегущая волна.	2			4	1(§3.1-3.5), 2(§15-17).	5(§67,72,75, 77)	Тест
5	Волны в нелинейных средах со слабой дисперсией Гравитационные волны на поверхности жидкости. Уравнение Кортевега–де Фриса. Законы сохранения для уравнения КдФ. Решение уравнения в виде стационарной бегущей волны. Стационарные уединенные волны и солитоны. Порог возбуждения солитона. Взаимодействие солитонов.	2			6	1 (§3.5-3.6), 3(§17-20), 5(9-11).	6(§23), 4(§6.80,81,84,85)	Тест
6	<b>Модуль 2. Нелинейные волны в диспергирующих средах.</b> Взаимодействия кавзигармонических электромагнитных волн в диспергирующей среде на квадратичной нелинейностью диэлектрической проницаемости.	2			4	1(§10,11), 2(§2), 5(§27).		Тест КР
7	Приближение медленно меняющихся амплитуд. Укороченные уравнения для комплексных амплитуд взаимодействующих волн. Генерация второй гармоники. Приближение заданного поля	2			4	1(§6.1-6.3), 2(§3,4), 5(§28).	1(§14), 3(§21). 5(§13),	Тест

8	Коаксиальная линия передачи. Волна Т. Структура поля, параметры волны. Волновое сопротивление. Область применения коаксиальных кабелей.	2	0	2	4	1 (§4.1-4.6, 7.1-7.3), 3 (§21,22), 5 (§12, 15, 20)	4(6.122,124)	Тест КР
9	Когерентная длина и длина нелинейного взаимодействия. Взаимодействие первой и второй гармоник при фазовом синхронизме. Эффект полной перекачки энергии. Трехчастотное взаимодействие в среде с квадратичной нелинейностью. Соотношения Мэнли–Роу для интенсивностей волн.	2	0		4	3(§21,23), 5(§21,27), 1(§33,34)	4 (6.105, 107, 111)	Тест
<b>Всего часов:</b>		<b>18</b>			<b>54</b>			

**Примечание 1.** Сокращение в таблице: КР – контрольная работа.

**Примечание 2.** Часы на самостоятельную работу включают также время на подготовку к экзамену (контроль).

## Рейтинг – план дисциплины

## «Волны в нестационарных средах»

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление «Радиофизика», профиль «Цифровые технологии обработки информации»  
курс 4, семестр 8

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Волны в неоднородных средах</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
Тест 1	4	5	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Контрольная работа №1	5	3	0	15
ВСЕГО ПО МОДУЛЮ 1			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Модуль 2. Нелинейные волны в диспергирующих средах..</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
3. Контрольная работа №2	5	4	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Тест 2	3	5	0	15
ВСЕГО ПО МОДУЛЮ 2			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Поощрительные баллы</b>				
Участие на конференциях			0	<b>10</b>
<b>Итого поощрительных баллов</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			<b>0</b>	<b>-6</b>
2. Посещение практических занятий			<b>0</b>	<b>-10</b>
<b>Итоговый контроль</b>				
<b>Зачет</b>	9 (вопрос билета)	2 вопроса	Макс. 18 б.	<b>30</b>
	3 (доп. вопрос)	2	Макс. 6 б.	
	6 (задача)	1	Макс. 6 б.	