

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

Утверждено:
на заседании кафедры физической
электроники и нанофизики
протокол № 6 от «7» июня 2018 г.

Согласовано:
Председатель УМК ФТИ

Зав. кафедрой



/Бахтизин Р.З.



/ Балапанов

М.Х.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина « Случайные поля и волны»

(наименование дисциплины)

Б1.В.ДВ.07.01, дисциплина по выбору

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

программа магистратуры

Направление подготовки (специальность)

03.04.03 Радиофизика

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки

«Радиофизика»

(наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация
магистр

Разработчики (составители)
профессор, д.ф.-м.н., доцент
(должность, ученая степень, ученое звание)



/Шайхитдинов Р.З.

Для приема: 2018 г.

Уфа 2018 г.

Составитель: Шайхитдинов Р.З., д.ф.-м.н., профессор кафедры физической электроники и нанопластики БашГУ.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «7» июня 2018 г. № 6



Заведующий кафедрой

_____ /Бахтизин Р.З.

Список документов и материалов (оглавление)

| | |
|--|-------|
| 1.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы | 4 |
| 2.Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы | 5 |
| 3.Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) - <i>(Приложение №1)</i> | 5(14) |
| 4.Фонд оценочных средств по дисциплине | 6 |
| 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 | 6 |
| 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 | 8 |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины | 12 |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины | 12 |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины | 12 |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине | 13 |
| Приложение №1 | 14 |

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

При изучении дисциплины «Случайные поля и волны» у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

ОК-2 способность оперировать углубленными знаниями в области гуманитарных и экономических наук;

ОК-3 готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала;

ОК-4 способность к коммуникации в научной, производственной и социально-общественной сферах деятельности

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

ПК-2: способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

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 | 1. Знать : основные экспериментальные факты и теоретические представления природы электромагнитных волн, их распространения, источников и механизма возникновения случайных волн. 2. знать причинно-следственные связи между случайными полями и волнами. | способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-3, ОК-4), способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (ПК-2) | |
| Умения | 1. Уметь: пользоваться основными законами электромагнетизма, теории волн для анализа распространения электромагнитных волн. Возникновения случайных волн. , | ОК-2, ОК-3, ОК-4, ПК-2 | |
| | 2. Уметь анализировать влияние различных физических параметров среды на свойства электромагнитных волн. | ОПК-4 , ПК-2 | |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Свободно владеть знаниями и приемами волновых процессов для решения научно-инновационных задач в области создания и применения приемно-передающих устройств. | ОК-1 , ПК-2 | |

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Случайные поля и волны» относится к *вариативной* части рабочего учебного плана и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина изучается на 1 курсе во 2 семестре.

Цель дисциплины – углубить и расширить представления студентов о фундаментальных физических свойствах полупроводниковых материалов, полученные ими в рамках бакалавриата в курсе «Физика полупроводников», ознакомить с основными современными экспериментальными результатами и практическими применениями полупроводниковых материалов, перспективами дальнейшего развития данной области знаний.

Задача дисциплины – на основе анализа экспериментальных данных, используя современные теоретические модели, дать представления о неравновесных явлениях, процессах генерации и рекомбинации носителей тока, кинетике протекания оптических явлений в полупроводниках. Кроме того, в задачу курса входит рассмотрение контактных явлений, которые играют определяющую роль в работе многих полупроводниковых приборов. Оптические явления широко используются в работе полупроводниковых приборов, поэтому рассмотрению оптических явлений уделена большая часть курса.

Дисциплина «Случайные поля и волны» продолжает ознакомление с результатами физических экспериментов и теоретическими представлениями в области квантовой теории о свойствах кристаллических материалов. Для освоения данной дисциплины студенту, кроме знания разделов общей и теоретической физики необходимы знание дифференциального и интегрального исчисления, умение решать простейшие дифференциальные уравнения, начальные сведения по теории вероятностей и статистике.

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

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

4. 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

ОК-1 способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|-------------------------------------|---|--|---|--|------------------------|
| | | 2 («Неудовлетворительно») | 3 («Удовлетворительно») | 4 «Хорошо» | 5 «Отлично» |
| Первый этап (знания) | знать причинно-следственные связи между химическим составом, кристаллическим строением, дефектной структурой и физическими свойствами полупроводниковых материалов. | 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 (умения) | 1. Уметь: пользоваться основными законами физики полупроводников для анализа электрических, оптических, диффузионных, фотовольтаических, контактных характеристик полупроводников, предсказывать поведение полупроводников при изменении тех или иных физических и химических факторов 2. Уметь анализировать влияние различных физических и химических параметров на свойства полупроводников с целью формирования заданных свойств новых материалов для инновационных применений | Не умеет | Умеет, но допускает значительные ошибки | Умеет, допускает незначительные ошибки | Умеет в совершенстве |
| Третий этап (навыки) | Свободно владеть знаниями и приемами физики полупроводников, необходимыми для решения научно-инновационных задач в области создания и применения полупроводниковых материалов | Практически не владеет | Владеет слабо, допускает значительные ошибки | Владеет, допускает незначительные ошибки | Владеет в совершенстве |

ПК-2- способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения

научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

| Этап (уровень освоения компетенции) | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | | | |
|-------------------------------------|---|--|---|--|------------------------|
| | | 2 «Неудовлетворительно» | 3 «Удовлетворительно» | 4 «Хорошо» | 5 «Отлично» |
| Первый этап (знания) | Знать : основные экспериментальные факты и теоретические представления по физике оптических и контактных явлений в полупроводниках, иметь представление о современных полупроводниковых материалах и перспективах их практического применения. | 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 (умения) | 1. Уметь: пользоваться основными законами физики полупроводников для анализа электрических, оптических, диффузионных, фотовольтаических, контактных характеристик полупроводников, предсказывать поведение полупроводников при изменении тех или иных физических и химических факторов 2. Уметь анализировать влияние различных физических и химических параметров на свойства полупроводников с целью формирования заданных свойств новых материалов для инновационных применений | Не умеет | Умеет, но допускает значительные ошибки | Умеет, допускает незначительные ошибки | Умеет в совершенстве |
| Третий этап (владение навыками) | Свободно владеть знаниями и приемами физики полупроводников, необходимыми для решения научно-инновационных задач в области создания и применения полупроводниковых материалов | Практически не владеет | Владеет слабо, допускает значительные ошибки | Владеет, допускает незначительные ошибки | Владеет в совершенстве |

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 | 1. Знать : основные экспериментальные факты и теоретические представления по физике оптических и контактных явлений в полупроводниках, иметь представление о современных полупроводниковых материалах и перспективах их практического применения 2. знать причинно-следственные связи между химическим составом, кристаллическим строением, дефектной структурой и физическими свойствами полупроводниковых материалов. | ОК-1 , ПК-2 | Письменная работа, контрольная работа |
| 2-й этап Умения | 1. Уметь: пользоваться основными законами физики полупроводников для анализа электрических, оптических, диффузионных, фотовольтаических, контактных характеристик полупроводников, предсказывать поведение полупроводников при изменении тех или иных физических и химических факторов | ОК-1 , ПК-2 | Контрольная работа |
| | 2. Уметь анализировать влияние различных физических и химических параметров на свойства полупроводников с целью формирования заданных свойств новых материалов для инновационных применений | ОК-1 , ПК-2 | Письменная работа |
| 3-й этап Владеть навыками | Свободно владеть знаниями и приемами физики полупроводников, необходимыми для решения научно-инновационных задач в области создания и применения полупроводниковых материалов | ОК-1 , ПК-2 | Контрольная работа, письменная работа |

4.3 Рейтинг-план дисциплины

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Система контроля и оценивания успеваемости студента.

В течение семестра усвоение студентами программы дисциплины проверяется с помощью устного опроса на занятиях и с помощью проведения контрольной работы в качестве рубежного контроля. Получение зачета по контрольной работе служит допуском к зачету.

Примерные вопросы для зачета:

Функция распределения. Корреляционная теория. Статистически стационарные процессы и процессы со стационарными приращениями. Спектральные разложения. Статистически однородные и изотропные случайные поля. Трехмерные и двумерные спектры. Пространственно-временные случайные поля и их спектральные разложения.

Метод возмущений (борновское приближение). Однократно рассеянное на ограниченном объеме случайно неоднородной среды поле в волновой зоне. Средняя

интенсивность рассеяния в зоне Фраунгофера по отношению к отдельным неоднородностям среды. Поперечник рассеяния. Частотный спектр рассеянного поля. Особенности рассеяния для различных моделей турбулентных сред. Ряд по кратности рассеяния. Основные уравнения геометрической оптики. Решение их методом возмущений при малых флуктуациях параметров среды. Корреляционные свойства флуктуаций фазы и угла прихода плоской волны. Флуктуации уровня. Примеры расчета для колмогоровской турбулентности. Угловой спектр мощности волны. Условия применимости метода возмущений для решения уравнений геометрической оптики.

Расчет флуктуаций фазы и амплитуды плоской волны в приближении метода плавных возмущений. Связь с приближением геометрической оптики. Корреляционные свойства фазы и уровня волны в турбулентной среде со степенным спектром неоднородностей.

Параболическое уравнение и условия его применимости для описания волновых полей. Решение уравнения для среднего поля волны локальным методом Чернова. Обзор других методов расчета при немалых флуктуациях амплитуды.

Дифракция плоской волны на безграничном хаотическом экране. Случаи мелкомасштабных и крупномасштабных неоднородностей поля за экраном. Фазовый хаотический экран. Слабые и сильные флуктуации фазы поля за экраном. Корреляционные свойства случайной волны, прошедшей через отверстие в экране. Случаи малого и большого отверстия. Теорема Ван-Циттерта-Цернике.

Критерии оценивания ответа на зачете

За ответы на вопросы билета выставляется

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.

Текущий контроль

В качестве средства текущего контроля применяется устный опрос в начале и в конце занятия.

Критерии оценивания устного ответа.

Ответ засчитывается, если он дан по существу вопроса и в основном содержит необходимую информацию. Допускаются небольшие ошибки или незнание некоторых деталей.

Если ответ не засчитывается, студент должен представить на следующем занятии подробный письменный ответ на заданный вопрос. Для допуска к экзамену студент не должен иметь «незакрытых» задолженностей по устному опросу.

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 пространственных волн.
2. Перечислите условия наблюдения отражения и преломления радиоволн.
3. Объясните явление постепенного преломления лучей из-за неоднородности среды.
4. Почему замкнутый колебательный контур плохо излучает электромагнитные волны?
5. Как поляризованы волны, излучаемые вибратором, расположенным вертикально?

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. 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.
2. Нефедов Е.И. Устройства СВЧ и антенны: Учебное пособие. / Е.И.Нефедов –М.: Издательский центр "Академия", 2009. – 384 с.
3. 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. Электродинамические методы проектирования устройств СВЧ и антенн./В.А.Неганов, Е.И.Нефедов, Г.П.Яровой –М.: Радио и связь, 2002. – 416 с.
2. Неганов В.А., Нефедов Е.И., Яровой Г.П. Современные методы проектирования линий передачи и резонаторов сверх- и крайневисоких частот: Учебное пособие/В.А.Неганов, Е.И.Нефедов, Г.П.Яровой –М.: Педагогика Пресс, 1998. – 328 с.
3. Нефедов Е.И. Антенно – фидерные устройства и распространение радиоволн. / Е.И.Нефедов –М.: Издательский центр "Академия", 2006. – 320 с.
4. Петров Б.М. Электродинамика и распространение радиоволн. /

- Б.М.Петров –М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 558 с.
5. Нефедов Е.И. Техническая электродинамика. / Е.И.Нефедов –М.: Издательский центр "Академия", 2008. – 416 с
 6. 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
 7. 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>

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотечная система. ЭБ БашГУ. — Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://elib.bashedu.ru/>

2. Электронная библиотечная система .Университетская библиотека онлайн. - Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. —<https://biblioclub.ru/>

3. Электронная библиотечная система издательства .Лань. — Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий. Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет. Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет. — <https://e.lanbook.com/>

4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ — Справочно-поисковый аппарат библиотеки. Включает в себя систему каталогов и картотек, справочно-библиографический фонд. — <http://www.bashlib.ru/catalogi/>

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 «Случайные поля и волны» _____ на _____ 3 _____ семестр
(наименование дисциплины)

_____ очная _____

форма обучения

| Вид работы | Объем дисциплины |
|---|------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 3/108 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 30.2 |
| лекций | 12 |
| практических/ семинарских | 18 |
| лабораторных | |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,2 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 78 |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль) | |

Форма контроля:
зачет _____ 3 _____ семестр
контрольная работа _____ 3 _____ семестр

| № п.п. | Тема и содержание | Форма изучения материалов: лекции, занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) | | | | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка) | и Задачи самостоятельной работы (СР) |
|--------|--|---|--------|----|----|--|---|
| | | ЛК | ПР/СЕМ | ЛР | СР | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Предмет и структура курса. Примеры хаотически неоднородных сред и флуктуационных волновых процессов. Связь с курсами статистической радиофизики и теории волновых процессов. Случайные процессы. Функция распределения. Корреляционная теория. Статистически стационарные процессы и процессы со стационарными приращениями. | 1 | 1 | | 6 | 1 (§12), 3 (§8,10), 5 (§1) | 2 (§1) |
| 2 | Спектральные разложения. Статистически однородные и изотропные случайные поля. Трехмерные и двумерные спектры. Пространственно-временные случайные поля и их спектральные разложения. Метод возмущений (борновское приближение). | 1 | 1 | | 6 | 1 (§6,8,9), 3 (§11), 5 (§2,3) | 1 (§3) |
| 3 | Решеточное поглощение света. Экситонное поглощение. | 1 | 1 | | 6 | 1 (§16,17), 3 (§13-15), 5 (§3-8). | 4 (§6) |
| 4 | Влияние магнитного поля на межзонное поглощение света. Циклотронный резонанс. Отражение света. | 1 | 2 | | 8 | 1 (§16,17), 3 (§13-15), 5 (§3-8). | 4 (§6) |
| 5 | Неравновесные носители тока в полупроводниках Виды и механизмы рекомбинации носителей в п.п. | 1 | 2 | | 7 | 1 (26,27,29), 3 (§17-20), 5 (9-11). | 6 (§2), 4 (§6) |
| 6 | Однократно рассеянное на ограниченном объеме случайно неоднородной среды поле в волновой зоне. Средняя интенсивность рассеяния в зоне Фраунгофера по отношению к отдельным неоднородностям среды. | 1 | 2 | | 8 | 1 (§10,11), 2 (§2), 5 (§27). | |
| 7 | Поперечник рассеяния. Частотный спектр рассеянного поля. Особенности рассеяния для различных моделей турбулентных сред. | 1 | 2 | | 6 | 1 (§12,13), 2 (§3,4), 5 (§28). | 1 (§1), 5 (§1) |
| 8 | . Ряд по кратности рассеяния. Основные уравнения геометрической оптики. Решение их методом возмущений при малых флуктуациях параметров среды | 1 | 1 | | 6 | 1 (§30,31), 3 (§21,22), 5 (§12, 15, 20) | 4 (6. |

| | | | | | | | | |
|----|--|----------|----|--|----|-----------------------------------|---------------|--|
| 9 | Корреляционные свойства флуктуаций фазы и угла прихода плоской волны. Флуктуации уровня. Примеры расчета для колмогоровской турбулентности. | 1 | 1 | | 8 | 1(\$57), 3(\$30) | 4(6. | |
| 10 | Угловой спектр мощности волны. Расчет флуктуаций фазы и амплитуды плоской волны в приближении метода плавных возмущений. Связь с приближением геометрической оптики. | 1 | 1 | | 8 | 1(\$71,72) | 6(\$4 | |
| 11 | Корреляционные свойства фазы и уровня волны в турбулентной среде со степенным спектром неоднородностей. | 1 | 1 | | 6 | 1(\$58,63), 3(\$28,29) 5(\$19) | 1(\$6 | |
| 12 | Дифракция плоской волны на безграничном хаотическом экране. Случай мелкомасштабных и крупномасштабных неоднородностей поля за экраном. Фазовый хаотический экран. | 1 | 1 | | 7 | 3(\$37,41), | 3(\$3 196) | |
| | Всего часов: | 12 | 18 | | 78 | | | |
| | ФКР: | 0,2часов | | | | | | |
| | Контроль: | 78 часов | | | | | | |
| | ИТОГО : | 108 часа | | | | | | |

Примечание 1. Сокращение в таблице