

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»
(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Матвеев П.В.
 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ЛУЧЕВОЙ ЭНЕРГИИ

Направление/специальность подготовки	12.03.02 Оптотехника
Специализация/профиль/программа подготовки	Оптико-электронные приборы и системы
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	О Естественнонаучный
Выпускающая кафедра	О4 ФИЗИКА
Кафедра-разработчик рабочей программы	О4 ФИЗИКА

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	5	3	108	51	34	17	0	57	0	0	57	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

12.03.02 Оптотехника

год набора группы: 2024

Программу составили:

Кафедра О4 ФИЗИКА

Комарова Ольга Сергеевна, к.ф.-м.н., доцент

Кафедра О4 ФИЗИКА

Живулин Виктор Александрович, к.ф.-м.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **О4 ФИЗИКА**

Заведующий кафедрой Федоров Д.Л., д.ф.-м.н., проф.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

О4 ФИЗИКА

Заведующий кафедрой Федоров Д.Л., д.ф.-м.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ЛУЧЕВОЙ ЭНЕРГИИ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-3.1 — способность проектировать и конструировать оплотехнику, оптические и оптико-электронных приборы и комплексы

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-3.1

знания:

на уровне представлений: принципы действия приборов и устройств;

на уровне воспроизведения: основные физические принципы, лежащие в основе работы адаптивных систем;

на уровне понимания: теоретические, практические, конструкторско-технологические и метрологические основы конструирования, исследования и эксплуатации адаптивных систем;

умения:

теоретические: понимать и уметь применять адаптивные методы обработки сигнала, работать с оборудованием, позволяющим исследовать объекты в различных условиях наблюдения;

навыки:

проектирования и исследования адаптивных систем; обработки результатов измерений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ЛУЧЕВОЙ ЭНЕРГИИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптотехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ФИЗИКА, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ЭЛЕКТРОНИКА И МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ТЕХНИКА, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **СПЕЦИАЛЬНЫЕ ИЗДЕЛИЯ ЛУЧЕВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
- ОПК-3 — Способен проводить экспериментальные исследования и измерения, обрабатывать и представлять полученные данные с учетом специфики оптических измерений
- ОПК-5 — Способен участвовать в разработке технической, проектной и конструкторской документации в соответствии с нормативными требованиями

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-3.1
3	5	Раздел 1. Общая теория электромагнитного поля. 1.1 Введение. Роль и место дисциплины в инженерном образовании. 1.2 Основные уравнения электродинамики 1.3 Волновые уравнения 1.4 Излучение электромагнитных волн.	24	14	10	4	10	20
3	5	Раздел 2. Направляемые волны. 2.1 Общие свойства направляемых волн. 2.2 Направляющие системы. 2.3 Цепь СВЧ (СВЧ-тракт).	42	20	12	8	22	40
3	5	Раздел 3. Распространение излучения. 3.1 Поглощение ИК-радиации в атмосфере. 3.2 Рассеяние видимой и ИК-радиации в атмосфере. 3.3 Рефракция световых лучей в атмосфере.	42	17	12	5	25	40
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	100
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Общая теория электромагнитного поля.	Вводное занятие	2
2		Выполнение лабораторной работы: №1 Вращение плоскости поляризации	2
3	Раздел 2. Направляемые волны.	Выполнение двух лабораторных работ: №2 Исследование световода; №3 Исследование симметричных полосковых линий; №4 Расчет СВЧ-тракта.	4
4		Защита лабораторных работ	4
5	Раздел 3. Распространение излучения.	Выполнение одной из Лабораторных работ: №5 Рассеяние волн одной частицей и ансамблем частиц; №6 Определение коэффициента поглощения	2
6		Защита лабораторной работы	3
Всего за 5 семестр			17

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Общая теория электромагнитного поля.	Освоение материала лекций и подготовка к диагностической работе.	5
2		Подготовка к лабораторной работе, Выполнение отчета к лабораторной работе	5
3	Раздел 2. Направляемые волны.	Освоение материала лекций и подготовка к диагностической работе.	10
4		Подготовка к лабораторным работам, выполнение отчета к лабораторным работам, защита лабораторных работ	12
5	Раздел 3. Распространение излучения.	Освоение материала лекций и подготовка к диагностической работе.	5
6		Подготовка к лабораторным работам, выполнение отчета к лабораторным работам, защита лабораторных работ	5
7		Подготовка к дифф. зачету	15
Всего за 5 семестр			57

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
5					Отч. по ЛР	ДР			Отч. по ЛР	ДР	Отч. по ЛР				Отч. по ЛР	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. Б. Н. Формозов. . Теоретические основы распространения лучистых потоков. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 118 экз.
2. Б. Н. Формозов. . Теоретические основы линий передачи лучевой энергии. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004, 127 экз.
3. В. В. Лентовский. . Приборы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, 69 экз.
4. В. В. Лентовский, В. А. Живулин, Н. А. Иванова. . Опотехника. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 38 экз.
5. В. В. Смирнов, В. П. Смолин. . Устройства СВЧ. Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986, 67 экз.
6. В. И. Вольман, Ю. В. Пименов. . Техническая электродинамика. М.: Связь, 1971, 9 экз.
7. Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. . Основы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 353 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. М. Балашов, Е. Г. Семёнова, Н. А. Трефилов. . Технология производства антенн и устройств СВЧ. М.: Изд-во МПИ "Мир книги", 1992, 1 экз.
2. Д. Н. Клышко. . Фотоны и нелинейная оптика. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1980, 1 экз.
3. И. П. Панфилов. . Приборы СВЧ и оптического диапазонов. М.: Радио и связь, 1993, 1 экз.
4. Л. М. Андрушко, Н. Д. Фёдоров. . Электронные и квантовые приборы СВЧ. М.: Радио и связь, 1981, 3 экз.
5. О. С. Милованов, Н. П. Собенин. . Техника сверхвысоких частот. М.: Атомиздат, 1980, 2 экз.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов;
3. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=474 — Библиотечно-издательский центр БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
3. <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Лабораторные занятия:

1. Установка для лабораторных работ по "Волновая и квантовая оптика".

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ЛУЧЕВОЙ ЭНЕРГИИ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптомехника*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнoнаучный БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О4 ФИЗИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ПСК-3.1 способность проектировать и конструировать оптомехнику, оптические и оптико-электронных приборы и комплексы.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с общими характеристиками источников и приемников излучения: построением оптических адаптивных систем, передающих систем и систем формирования изображения.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**57 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 57 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Общая теория электромагнитного поля.		
Освоение материала лекций и подготовка к диагностической работе.	Д. Н. Клышко. . Фотон и нелинейная оптика: М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1980 (все) В. В. Смирнов, В. П. Смолин. . Устройства СВЧ: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986 (все) В. В. Ленцовский, В. А. Живулин, Н. А. Иванова. . Опотехника: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (все) В. В. Ленцовский. . Приборы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (все)	5
Подготовка к лабораторной работе, Выполнение отчета к лабораторной работе	Е. Г. Бородин, В. В. Ленцовский. . Основы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (все) Б. Н. Формозов. . Теоретические основы линий передачи лучевой энергии: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2004 (все) Б. Н. Формозов. . Теоретические основы распространения лучистых потоков: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (все) В. М. Балашов, Е. Г. Семёнова, Н. А. Трефилов. . Технология производства антенн и устройств СВЧ: М.: Изд-во МПИ "Мир книги", 1992 (все) В. И. Вольман, Ю. В. Пименов. . Техническая электродинамика: М.: Связь, 1971 (все) О. С. Милованов, Н. П. Собенин. . Техника сверхвысоких частот: М.: Атомиздат, 1980 (все) И. П. Панфилов. . Приборы СВЧ и оптического диапазонов: М.: Радио и связь, 1993 (все)	5
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Направляемые волны.		
Освоение материала лекций и подготовка к диагностической работе.	В. В. Смирнов, В. П. Смолин. . Устройства СВЧ: Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1986 (все)	10
Подготовка к лабораторным работам, выполнение отчета к лабораторным работам, защита лабораторных работ		12
Итого по разделу 2		22
Раздел 3. Распространение излучения.		
Освоение материала лекций и подготовка к диагностической работе.	Л. М. Андрушко, Н. Д. Фёдоров. . Электронные и квантовые приборы СВЧ: М.: Радио и связь,	5

Подготовка к лабораторным работам, выполнение отчета к лабораторным работам, защита лабораторных работ	1981 (все)	5
Подготовка к дифф. зачету		15
Итого по разделу 3		25

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по ЛР;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе (ЛР) представляется в рукописном виде, на листах формата А4, заполненных с одной стороны. Содержание отчета должно соответствовать шаблону отчета ЛР*.

ЛР считается принятой, а студент получает за нее отметку «сдано», если

а) при проверке отчета ЛР выполнены следующие требования:

- заполнены сводные таблицы с результатами измерений;
- выполнен расчет значений искомых величин и их погрешностей; правильно представлены окончательные результаты;
- построены необходимые графики в соответствии с требованиями, изложенными в методических пособиях к лабораторным работам (требования продублированы в шаблоне отчета ЛР);
- проведен анализ полученных результатов путем сравнения их с теоретическими значениями;
- даны письменные ответы на все контрольные вопросы (контрольные вопросы приведены в методических указаниях к каждой лабораторной работе).

б) при защите ЛР:

- студент в форме краткого сообщения, изложил результаты, выполненной им, ЛР;
- студент, в устной форме, верно ответил на все вопросы, заданные преподавателем, из числа контрольных вопросов, ответы на которые даны в отчете по ЛР.

Если не выполнено хотя бы одно из выше указанных требований к отчету или дан неверный ответ на вопрос – отчет подлежит доработке или студенту рекомендуется изучить вопрос, на который он ответил неверно.

*шаблон ЛР размещен в ЭИОС Moodle и в УМК дисциплины.

Дифференцированный зачет

Для промежуточной аттестации, проводимой в форме дифференцированного зачета, используются билеты с заданиями. Каждый билет содержит 3 задания. Оценка выставляется по результатам устного собеседования в соответствии со следующими критериями:

- нет правильных ответов – неудовлетворительно,
- 1 правильный ответ – удовлетворительно,
- 2 правильных ответа – хорошо,
- 3 правильных ответа – отлично.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум		ПСК-3.1	
3	5	Раздел 1. Общая теория электромагнитного поля.	24	14	10	4	10	20	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 2. Направляемые волны.	42	20	12	8	22	40	Отчет по ЛР
3	5	Раздел 3. Распространение излучения.	42	17	12	5	25	40	Отчет по ЛР
Всего за 5 семестр			108	51	34	17	57	100	
Всего по дисциплине			108	51	34	17	57	100	

Критерии оценивания

ПСК-3.1

Вопросы открытого типа:

- № 1 Чем определяется усиление света в полупроводнике?
- № 2 Какую функцию выполняет двойная гетероструктура с отдельным ограничением?
- № 3 Чем определяется пороговое усиление и какое условие необходимо для наступления лазерной генерации?
- № 4 Какие преимущества имеет устойчивый резонатор по сравнению с неустойчивым?
- № 5 Чем ограничена пиковая мощность волоконного лазера?
- № 6 Диэлектрические антенны являются антеннами _____ волн
- № 7 Что происходит при наличии связи между излучателями в составе антенной решётки СВЧ с электронным сканированием?
- № 8 Почему пиковая мощность излучения твердотельных лазеров выше, чем у волоконных?
- № 9 Какая твердотельная лазерная среда позволяет получить самые короткие лазерные импульсы?
- № 10 Что такое активная среда лазера?

Вопросы закрытого типа:

- № 1 От чего зависит эффективность излучательной рекомбинации? (Выберите все верные ответы)
1. от концентрации носителей заряда
 2. от кристаллического совершенства кристалла
 3. от кристаллографической ориентации кристалла
- № 2 От чего зависит поглощение света в полупроводнике? (Выберите все верные ответы)
1. от наличия свободных состояний в зоне проводимости, соответствующих энергии фотона
 2. от наличия электронов в валентной зоне
 3. от уровня легирования
 4. от ширины запрещённой зоны
- № 3 Что произойдёт с фотоном с длиной волны в вакууме 1 мкм при распространении в беспримесном GaAs (ширина запрещённой зоны 1.42 эВ)?
1. изменит направление распространения на обратное
 2. поглотится с генерацией пары электрон-дырка
 3. вызовет стимулированное излучение
 4. будет распространяться без поглощения
- № 4 Какими свойствами обладает р-п переход? (выберите все возможные варианты)
1. двусторонняя проводимость
 2. односторонняя проводимость
 3. наличие области пространственного заряда
 4. наличие области, обеднённой от основных носителей заряда
- № 5 Какие существуют переходы электронов между энергетическими уровнями в полупроводниках?
- (Выберите все верные ответы)
1. излучательные
 2. безызлучательные
 3. поглощательные
- № 6 Какой фотон рождается при стимулированном излучении? (Выберите все верные ответы)

1. с такой же поляризацией, как и прилетевший фотон
2. с таким же направлением, как и прилетающий фотон
3. с удвоенной частотой по отношению к прилетающему фотону
4. меньшей энергией по отношению к прилетающему фотону
5. с такой же длиной волны, как и прилетевший фотон

№ 7 При режиме стоячей волны в длинной линии...

1. мощность, переносимая падающей волной, полностью выделяется в нагрузке.
2. часть мощности падающей волны теряется в нагрузке, а оставшая часть в виде отраженной волны возвращается обратно в генератор.
3. нет нагрузки.
4. энергия падающей волны полностью отражается от нагрузки и возвращается обратно в генератор.

№ 8 Где находятся энергетические уровни примесных уровней?

1. в разрешённой зоне
2. в запрещённой зоне
3. в валентной зоне
4. в вакууме

№ 9 Какие спектральные полосы энергетических состояний с точки зрения поглощения и усиления света в полупроводнике будут в состоянии равновесия? (Выберите все верные ответы)

1. полоса пропускания
2. полоса поглощения
3. полоса усиления

№ 10 Что произойдёт с фотоном с длиной волны в вакууме 1 мкм при распространении в беспримесном GaAs (ширина запрещённой зоны 1.42 эВ)?

1. изменит направление распространения на обратное
2. поглотится с генерацией пары электрон-дырка
3. вызовет стимулированное излучение
4. будет распространяться без поглощения