

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИБОРЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

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	
4	8	3	108	52	26	26	0	56	0	0	56	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 составил:

Кафедра О4 ФИЗИКА

Лентовский Вадим Валентинович, к.т.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 ПРИБОРЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

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-3.2 — способность осуществлять организационно-техническое обеспечение производства приборов квантовой электроники и фотоники

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-3.2

знания:

основных законов квантовой электроники;

умения:

применять законы квантовой электроники при конструировании приборов;

навыки:

разработки и производства приборов квантовой электроники и фотоники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРИБОРЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптомехника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ПСК-3.2 — Способен осуществлять организационно-техническое обеспечение производства приборов квантовой электроники и фотоники

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-3.2
4	8	Раздел 1. Физические принципы действия приборов квантовой электроники. Способы создания инверсии в активных средах лазеров Классификация лазеров по агрегатному состоянию активной среды.	20	10	5	5	10	24
4	8	Раздел 2. Полуклассическое описание взаимодействия квантовой системы с полем. Изменение инверсии среды при вынужденном излучении Усиление электромагнитного излучения в инверсной среде.	18	8	4	4	10	30
4	8	Раздел 3. Анализ дифференциальных уравнений, описывающих генерацию лазера. Исследование режимов генерации. Анализ и приближенное решение системы уравнений, описывающих генерацию лазера. Виды генерации.	18	8	4	4	10	10
4	8	Раздел 4. Модуляторы добротности резонатора. Оптико-механические, акусто-оптические, электрооптические затворы. Схемы модуляторов добротности резонатора. Конструкции лазеров.	13	8	4	4	5	10
4	8	Раздел 5. Оптические резонаторы. Усиление и генерация электромагнитного излучения. Принцип работы лазера. Свойства и основные характеристики резонаторов.	13	8	4	4	5	10
4	8	Раздел 6. Приемные устройства видимого и ИК диапазона. Фотоприемные устройства на основе внешнего и внутреннего фотоэффектов. Фотодиоды. Приборы, основанные на нелинейных оптических эффектах.	26	10	5	5	16	16
Всего за 8 семестр			108	52	26	26	56	100
Всего по дисциплине			108	52	26	26	56	100

3.2. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Физические принципы действия приборов квантовой электроники.	Исследование ширины спектральной линии	5
2	Раздел 2. Полуклассическое описание взаимодействия квантовой системы с полем.	Изучение закона Бутера	4
3	Раздел 3. Анализ дифференциальных уравнений, описывающих генерацию лазера.	Исследование работы полупроводникового лазера	4
4	Раздел 4. Модуляторы добротности резонатора.	Исследование внешнего фотоэффекта	4
5	Раздел 5. Оптические резонаторы.	Исследование полупроводникового лазера	4
6	Раздел 6. Приемные устройства видимого и ИК диапазона.	Внешний фотоэффект	5
Всего за 8 семестр			26

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Физические принципы действия приборов квантовой электроники.	Классификация газовых лазеров	10
2	Раздел 2. Полуклассическое описание взаимодействия квантовой системы с полем.	Вынужденное и спонтанное излучение	10
3	Раздел 3. Анализ дифференциальных уравнений, описывающих генерацию лазера.	Типы лазеров	10
4	Раздел 4. Модуляторы добротности резонатора.	Внешний фотоэффект	5
5	Раздел 5. Оптические резонаторы.	спонтанное излучение	5
6	Раздел 6. Приемные устройства видимого и ИК диапазона.	Внутренний фотоэффект	16
Всего за 8 семестр			56

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по ЛР.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. В. Лентовский. . Приборы квантовой электроники. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
2. В. В. Лентовский, В. А. Живулин, Н. А. Иванова. . Опотехника. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 38 экз.
3. В. В. Лентовский, Н. А. Иванова, Д. Л. Фёдоров. . Основы физики твёрдого тела. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 125 экз.
4. В. В. Лентовский, С. Л. Смекалов. . Волновая и квантовая оптика. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки.

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

1. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов;
2. 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;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <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 **ПРИБОРЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *12.03.02 Оптотехника*. Дисциплина реализуется на факультете О Естественнoнаучный БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой О4 ФИЗИКА.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ПСК-3.2 способность осуществлять организационно-техническое обеспечение производства приборов квантовой электроники и фотоники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с конструкцией и принципом действия приборов, базирующихся на эффектах квантовой электроники.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- 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 (**26 ч.**), лабораторный практикум (**26 ч.**), самостоятельная работа студента (**56 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 52 ч. аудиторных занятий, и 56 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. Физические принципы действия приборов квантовой электроники.		
Классификация газовых лазеров	В. В. Лентовский. . Приборы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1) В. В. Лентовский, С. Л. Смекалов. . Волновая и квантовая оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (3)	10
Итого по разделу 1		10
Раздел 2. Полуклассическое описание взаимодействия квантовой системы с полем.		
Вынужденное и спонтанное излучение	В. В. Лентовский, С. Л. Смекалов. . Волновая и квантовая оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (4) В. В. Лентовский. . Приборы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (2)	10
Итого по разделу 2		10
Раздел 3. Анализ дифференциальных уравнений, описывающих генерацию лазера.		
Типы лазеров	В. В. Лентовский. . Приборы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (4) В. В. Лентовский, С. Л. Смекалов. . Волновая и квантовая оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (5)	10
Итого по разделу 3		10
Раздел 4. Модуляторы добротности резонатора.		
Внешний фотоэффект	В. В. Лентовский, В. А. Живулин, Н. А. Иванова. . Оплотехника: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (6)	5
Итого по разделу 4		5
Раздел 5. Оптические резонаторы.		
спонтанное излучение	В. В. Лентовский, С. Л. Смекалов. . Волновая и квантовая оптика: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (8)	5
Итого по разделу 5		5
Раздел 6. Приемные устройства видимого и ИК диапазона.		
Внутренний фотоэффект	В. В. Лентовский. . Приборы квантовой электроники: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (6) В. В. Лентовский, Н. А. Иванова, Д. Л. Фёдоров. . Основы физики твёрдого тела: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (3-5)	16
Итого по разделу 6		16

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- 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.

Вопросы для текущего контроля

Контрольные вопросы к лабораторным работам

Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе (ЛР) представляется в рукописном виде в формате, предусмотренном шаблоном (шаблон ЛР размещен в ЭИОС Moodle и в УМК дисциплины) ЛР считается принятой, а студент получает за нее отметку «сдано», если

а) представленный отчет содержит

- сводные таблицы с результатами измерений;
- расчет значений искомых величин и их погрешностей с правильным представлением окончательного результата;
- графики в соответствии с требованиями, изложенными в методических пособиях к ЛР (требования продублированы в шаблоне отчета ЛР);
- анализ полученных результатов путем сравнения их с теоретическими значениями;
- письменные ответы на все контрольные вопросы (контрольные вопросы приведены в методических указаниях к каждой ЛР).

б) при защите ЛР:

- студент в форме краткого сообщения изложил результаты и методику проведения эксперимента данной ЛР;
- студент, в устной форме, верно ответил на 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.

Дифференцированный зачет

Промежуточный контроль в форме дифференцированного зачета оформляется по результатам выполнения предусмотренных рабочей программой контрольных мероприятий (защиты лабораторных работ), а также включает в себя ответы на теоретические вопросы, размещенные в составе УМК по дисциплине. Дифференцированный зачет проходит в форме собеседования и предполагает ответы на два теоретических вопроса.

Оценка выставляется в соответствии со следующими критериями (при наличии у студента 3-х защищенных лабораторных работ):

- правильный ответ на оба вопроса – "зачтено-отлично";
- допущены неточности при ответе на вопросы – "зачтено-хорошо";
- правильный ответ только на один вопрос – "зачтено-удовлетворительно";
- нет правильных ответов – неудовлетворительно

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-3.2	
4	8	Раздел 1. Физические принципы действия приборов квантовой электроники.	20	10	5	5	10	24	Вопросы для текущего контроля, Отчет по ЛР
4	8	Раздел 2. Полуклассическое описание взаимодействия квантовой системы с полем.	18	8	4	4	10	30	Вопросы для текущего контроля, Отчет по ЛР
4	8	Раздел 3. Анализ дифференциальных уравнений, описывающих генерацию лазера.	18	8	4	4	10	10	Вопросы для текущего контроля, Отчет по ЛР
4	8	Раздел 4. Модуляторы добротности резонатора.	13	8	4	4	5	10	Вопросы для текущего контроля
4	8	Раздел 5. Оптические резонаторы.	13	8	4	4	5	10	Вопросы для текущего контроля, Отчет по ЛР
4	8	Раздел 6. Приемные устройства видимого и ИК диапазона.	26	10	5	5	16	16	Вопросы для текущего контроля, Отчет по ЛР
Всего за 8 семестр			108	52	26	26	56	100	
Всего по дисциплине			108	52	26	26	56	100	

Оценочные материалы

ПСК-3.2

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Что представляет собой активная среда газовых лазеров
1. Разреженный газ
 2. Газовые смеси и пары металлов
 3. Плазму
- № 2 Какой вид интерферометров часто используют в качестве резонаторов лазеров
1. Интерферометр Фабри-Перо
 2. Интерферометр Майкельсона
 3. Интерферометр Жамена
- № 3 Какие среды называют инверсными
1. Среда с повышенной температурой
 2. Среда с инверсной населенностью энергетических уровней
 3. Среда подчиняющаяся закону распределения Больцмана
- № 4 Способы накачки твердотельных лазеров на основе кристаллов и стекол
1. Газодинамическая накачка
 2. Оптическая накачка
 3. Электрическая накачка
- № 5 Что такое накачка лазеров
1. Охлаждение активного элемента
 2. Введение сенсibilизаторов в активную среду
 3. Создание инверсии населенности в активной среде
- № 6 К каким типам накачки относится газодинамическая накачка
1. Электрическая
 2. Оптическая
 3. Механическая
- № 7 Какое минимальное количество энергетических уровней может быть у активной среды лазера
1. 2
 2. 3
 3. 4
- № 8 Когда возникает режим свободной генерации лазера
1. При срабатывании затвора
 2. При превышении усиления над потерями
 3. При использовании электрооптического затвора
- № 9 Какие устройства помещают в резонатор, чтобы получить гигантский импульс

1. Оптические затворы
 2. Отражатели
 3. Дефлекторы
- № 10 Из каких устройств состоит электрооптический затвор
1. Электрооптический элемент (с системой управления) и поляризатор
 2. Из нелинейного оптического элемента
 3. Из генератора высоковольтных импульсов и элемента Поккельса
- № 11 Какой эффект положен в основу работы акустооптического затвора
1. Эффект Поккельса
 2. Эффект Брегга
 3. Эффект Брюстера
- № 12 В каких устройствах используется естественное двулучепреломление
1. В поляризаторах
 2. В аттенюаторах
 3. В отражателях
- № 13 Какую форму имеют активные элементы твердотельных лазеров
1. Спиралеобразную
 2. Цилиндрическую
 3. Шарообразную
- № 14 Какой основной вид накачки полупроводниковых лазеров
1. Оптическая накачка
 2. Химическая накачка
 3. Инжекционная накачка
- № 15 Какие резонаторы называют открытыми
1. Резонаторы без затвора
 2. Резонаторы, у которых отсутствуют боковые стенки
 3. Резонаторы с выпуклыми зеркалами
- № 16 Какая мода резонатора обеспечивает излучение в наименьшем телесном угле
1. Поперечная мода резонатора
 2. Продольные моды резонатора
 3. Мода ТЕМ₀₀
- № 17 Какой резонатор находится на границе устойчивости
1. Конфокальный резонатор
 2. Концентрический резонатор
 3. Резонатор с плоскими зеркалами

№ 18	На каком принципе основано действие фотоэлементов
	1. Внешний фотоэффект
	2. Внутренний фотоэффект
	3. Фотопроводимость
№ 19	Как называют фотоприемники, действие которых основано на внутреннем фотоэффекте
	1. Фоторезисторы
	2. Фототранзисторы
	3. Фотодиоды
№ 20	Какой материал используется для изготовления фотодиодов
	1. Чистый металл
	2. Изолятор
	3. Полупроводник с р-п переходом
	<i>Вопросы закрытого типа:</i>
№ 1	Назначение резонатора лазера
№ 2	Основные элементы входящие в состав лазера
№ 3	Что представляет собой активное вещество
№ 4	Что представляет собой устройство накачки
№ 5	Для чего используют оптические затворы
№ 6	Из каких элементов состоит электрооптический затвор
№ 7	В каких лазерах используется газодинамическая накачка
№ 8	Почему для накачки твердотельных лазеров используется оптическая накачка
№ 9	Сколько энергетических уровней в лазере на рубине
№ 10	Сколько энергетических уровней в лазере на иттрий алюминеевом гранате с неодимом
№ 11	Какая теория положена в основу расчета полей в резонаторах лазеров
№ 12	Для чего используют осветители в твердотельных лазерах
№ 13	Для чего используется генерация гигантского импульса
№ 14	Какова длительность гигантского импульса
№ 15	Какие фотоприемные устройства основаны на внешнем фотоэффекте
№ 16	Какие устройства основаны на внутреннем фотоэффекте
№ 17	Что называется селекцией мод резонатора
№ 18	Какой модовый режим работы лазера обеспечивает максимальную концентрацию энергии
№ 19	Какие типы лазеров работают преимущественно в одномодовом режиме
№ 20	В чем преимущество твердотельных лазеров