

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии



Овчинников О.В.

подпись

21.06.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.03.01 Лазерная техника

1. Код и наименование направления подготовки:

12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

2. Профиль подготовки: Перспективные материалы и устройства фотоники

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы: Татьянина Елена Павловна, к. ф.-м. н., доцент

7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 20.06.2023

8. Учебный год: 2023/2024

Семестр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: формирование современных представлений об основных принципах построения лазерной техники.

Задачи учебной дисциплины:

- сформировать знания о конструктивных элементах лазерных систем и методах их расчёта;
- сформировать навыки использования методик измерения параметров и характеристик лазерного излучения.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: учебная дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 «Лазерная техника» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору Блока Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК – 2	Способен экспериментально исследовать перспективные материалы и моделировать процессы в устройствах фотоники	ПК – 2.2.	Осуществляет подбор оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, разрабатывает методики оптических и фотонных исследований	Знать: техническое и экономическое обоснование лазерных технологий Уметь: определять эффективность использования оборудования по данным спецификации производителя, составить требуемую спецификацию приемника для планируемого эксперимента Владеть: навыками подбора для конкретной задачи лазерной техники, делать расчетную оценку и выполнять экспериментальное исследование его основных параметров и характеристик
ПК – 3	Способен выбирать научно-исследовательское и технологическое оборудование с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания материалов и устройств нанофотоники	ПК – 3.1.	Проводит научные исследования в области нанофотоники, используя специализированное исследовательское оборудование, приборы и установки	Знать: фундаментальные основы лазерной физики, электротехники, физики газового разряда, импульсной техники, физики твердого тела, оптики и квантовой электроники Уметь: производить подбор оптического оборудования для достижения профессиональных целей; Владеть: навыками работы на аппаратуре оптических измерений, выполнения измерений, обработки данных измерительных наблюдений, получения результатов измерений и оценки погрешностей.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3 / 108

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			2
Аудиторные занятия		32	32
в том числе:	лекции	32	32
	практические	-	-
	лабораторные	-	-
Самостоятельная работа		40	40
Форма промежуточной аттестации <i>Экзамен</i>		36	36
Итого:		108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1	Активные лазерные среды и методы инверсии населенностей	Активные лазерные среды. Методы инверсии населенностей активных лазерных сред. Система оптической накачки
2	Оптические резонаторы	Открытые оптические резонаторы. Кольцевые резонаторы. Оптические элементы резонаторов.
3	Оптические квантовые усилители	Классификация, принцип действия и основные характеристики лазеров. Схемы оптических квантовых усилителей. Оптические квантовые усилители бегущей волны. Шумы в оптических квантовых усилителях
4	Твердотельные лазеры импульсного действия	Трехуровневый лазер. Анализ импульсного режима генерирования лазерного излучения. Четырехуровневый лазер. Нестационарное тепловое поле и теплопроводность активной среды. Частота генерации твердотельного лазера импульсного действия. Конструкции системы охлаждения и термостабилизации лазерных излучателей. Графоаналитический метод расчета конструктивных, параметров твердотельного лазера импульсного действия. Расчет энергетических характеристик. Номограмма для расчета спектральных характеристик
5	Газовые лазеры	Принцип действия лазера на нейтральных атомах гелий-неоновой смеси. Принцип действия ионного лазера. Принцип действия молекулярного лазера. Коэффициент усиления активной среды и стабилизация частоты излучения. Расчет газового лазера. Газодинамические лазеры. Химические лазеры
6	Полупроводниковые лазеры	Основные физические процессы в полупроводниковой активной среде. Принцип действия и конструкция инжекционных лазеров. Гетероструктуры, гетеропереходы и гетеролазеры. Методика расчета основных параметров и характеристик инжекционного полупроводникового лазера.
7	Модуляция лазерного излучения	Физические принципы, классификация и основные характеристики модуляторов лазерного излучения. Электрооптический эффект в кристаллах. Внерезонаторная электрооптическая модуляция непрерывного излучения. Магнитооптический эффект и модуляция лазерного излучения. Фотоупругость и акустооптические модуляторы излучения. Внутррезонаторная модуляция. Метод модуляции добротности резонатора. Лазер с призмным или пассивным затвором. Электрооптические затворы
8	Устройства управления лазерным излучением	Непрерывный электро-оптический дефлектор. Дискретный оптический дефлектор. Характеристика временного и пространственного распределения излучения. Перестройка частоты лазерного излучения. Методы и схемы селекции мод. Пространственное формирование лазерного излучения. Нелинейные оптические эффекты в формировании и преобразовании лазерного излучения.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практ.	Лаб.раб.	Сам.раб.	Всего
1	Активные лазерные среды и методы инверсии населенностей	4			5	9
2	Оптические резонаторы	4			5	9
3	Оптические квантовые усилители	4			5	9
4	Твердотельные лазеры импульсного действия	4			5	9
5	Газовые лазеры	4			5	9
6	Полупроводниковые лазеры	4			5	9
7	Модуляция лазерного излучения	4			5	9
8	Устройства управления лазерным излучением	4			5	9
	Итого:	32			40	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются: Основными этапами освоения дисциплины являются:

1) Лекции. В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

2) Самостоятельная работа студента. Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.

3) Подготовка к аттестации. В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется: изучить конспекты лекции, учебную литературу, ознакомиться с основными методами решения задач, самостоятельно решить задачи, использовать электронный образовательный портал Moodle (электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения практических работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации). Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	<i>Лазеры: применения и приложения</i> : / А. С. Борейшо, В. А. Борейшо, И. М. Евдокимов, С. В. Ивакин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-2234-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

	https://e.lanbook.com/book/168977
2.	Антипенко, В. С. Лазеры и их применение : учебное пособие / В. С. Антипенко, В. А. Никитенко. — Москва : РУТ (МИИТ), 2020 — Часть 1 — 2020. — 112 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/269348
3.	Богданов, А. В. Волоконные технологические лазеры и их применение [Электронный ресурс] : / Богданов А. В., Голубенко Ю. В. ; Голубенко Ю. В. 5-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2023. 236 с. ISBN 978-5-507-47811-8. https://reader.lanbook.com/book/327554#52

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Байбородин Ю. В. Основы лазерной техники. Второе издание, переработанное и дополненное. — К.: Высш шк. Головное изд-во, 1988.— 383 с. ISBN 5—11—000011—5.
5.	Бруннер В. Справочник по лазерной технике: Пер. с нем. С74 М.: Энергоатомиздат, 1991. — 544 с.: ил. ISBN 5-283-02480-6
6.	Захаров В.П. Лазерная техника: учеб. пособие / В.П. Захаров, З-382 Е.В. Шахматов - Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2006. - 312 с.: ил.
7.	Щапова, И. А. Основы оптоэлектроники и лазерной техники : учебное пособие / И. А. Щапова. — 3-е изд., стереотип. — Москва : ФЛИНТА, 2017. — 235 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=103827 — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-9765-0040-4. — Текст : электронный.
8.	Голубев, В. С. Физические основы технологических лазеров : учебное пособие : [16+] / В. С. Голубев, Ф. В. Лебедев. — 3-е изд., стер. — Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. — 189 с. : табл., ил. — (Лазерная техника и технология : в 7 кн., кн. 1 / под ред. А. Г. Григорьянца). — Режим доступа: по подписке. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612976 — ISBN 978-5-4499-2052-2 (Кн. 1). - ISBN 978-5-4499-2058-4. — DOI 10.23681/612976. — Текст : электронный.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
9.	ЭБС «Университетская библиотека Online» – https://biblioclub.ru/
10.	ЭБС Лань – https://e.lanbook.com/

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (

№ п/п	Источник
1.	Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися в магистратуре по направлению "Физика" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. направления 03.03.02 Физика] / Сост.: Л.Ю. Леонова, И.Г. Гревцева ; Воронеж. гос. ун-т. — Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В учебном процессе используются следующие традиционные и дистанционные образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и и др., работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton), электронная почта.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Специализированная мебель, компьютер, мультимедиа-проектор, экран WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ», MathWorks TotalAcademicHeadcoun

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Активные лазерные среды и методы инверсии населенностей	ПК-2 ПК-3	ПК-2.2 ПК-3.1	Вопросы, тесты, задачи
2	Оптические резонаторы	ПК-2 ПК-3	ПК-2.2 ПК-3.1	Вопросы, тесты, задачи
3	Оптические квантовые усилители	ПК-2 ПК-3	ПК-2.2 ПК-3.1	Вопросы, тесты, задачи
4	Твердотельные лазеры импульсного действия	ПК-2 ПК-3	ПК-2.2 ПК-3.1	Вопросы, тесты, задачи
5	Газовые лазеры	ПК-2 ПК-3	ПК-2.2 ПК-3.1	Вопросы, тесты, задачи
6	Полупроводниковые лазеры	ПК-2 ПК-3	ПК-2.2 ПК-3.1	Вопросы, тесты, задачи
7	Модуляция лазерного излучения	ПК-2 ПК-3	ПК-2.2 ПК-3.1	Вопросы, тесты, задачи
8	Устройства управления лазерным излучением	ПК-2 ПК-3	ПК-2.2 ПК-3.1	Вопросы, тесты, задачи
Промежуточная аттестация форма контроля – <i>экзамен</i>				<i>КИМ</i>

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущая аттестация

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: вопросы, тесты, задачи. Типовые задания теста, вопросы и задачи для проведения опроса представлены в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины. Задание включает в себя пять тестовых заданий, теоретический вопрос и 2 задачи. Время выполнения 45 мин.

Пример контрольно-измерительный материала для текущей аттестации:

Контрольно-измерительный материал № 1

Задание 1. Укажите правильные ответы.

1. Для каких лазеров возможна перестройка в широкой полосе частот?
 - а) твердотельных лазеров с неодимовой или эрбиевой активной средой;
 - б) полупроводниковых лазеров;
 - в) лазеров на красителях;

г) волоконных лазеров.

2. В каком диапазоне работают лазерные радары – измерители скорости транспортных средств.
а) ультрафиолетовом; б) видимом; в) инфракрасном; г) рентгеновском.

3. Лазерная батиметрия – это методика измерения глубины, как правило, относительно мелководных прибрежных вод, с помощью сканирующего импульсного лазерного луча. На какой длине волны происходит сканирование?

а) 268 нм; б) 532 нм; в) 800 нм; г) 1064 нм.

4. Для каких лазеров характерна большая расходимость излучения?

а) твердотельных лазеров с неодимовой или эрбиевой активной средой;
б) полупроводниковых лазеров;
в) лазеров на красителях;
г) волоконных лазеров.

5. Максимальная дальность для наземных линий оптической связи с помощью лазерного излучения составляет не более

а) 250 м; б) 1 км; в) 4 км; г) 10 км.

Задание 2. Дайте развернутый ответ по вопросу: Принцип действия молекулярного лазера.

Задание 3. Решите задачу: Во сколько раз увеличится необходимая для достижения абляционного режима воздействия плотность энергии на мишени q_{\min} при увеличении длительности импульса лазера в 10 раз?

Задание 4. Решите задачу: Какую массу (мкг) вещества можно испарить с мишени из золота, лазерным импульсом с энергией 150 мДж. Начальная температура 290 К. Удельная теплота испарения золота 1575 кДж/кг.

Критерии и шкалы оценивания:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) тестовые задания:

- 1 балл – указан верный ответ;
- 0 баллов – указан неверный ответ, в том числе частично.

2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи:

- 2 балла – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);
- 1 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

3) ответ на теоретические вопросы:

• 2 балла – обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

• 1 балл – обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

• 0 баллов – обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

В зависимости от набранного балла за работу, выставляется оценка по четырехбалльной шкале:

от 13 до 15 баллов – «отлично»;

от 10 до 12 баллов – «хорошо»;

от 5 до 9 баллов – «удовлетворительно»;

от 0 до 4 баллов – «неудовлетворительно».

20.2. Промежуточная аттестация

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен.

Оценка за экзамен может быть выставлена по результатам текущей успеваемости обучающегося в течение семестра на заключительном занятии. Оценки вносятся в аттестационную ведомость. При несогласии студента с оценкой последний вправе сдавать экзамен на общих основаниях.

Экзамен проводится в письменной форме. Каждый КИМ включает два теоретических вопроса (и задачу (вопросы к экзамену и задачи см. в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины). Обучающийся готовит ответы на вопросы КИМа на бланках ответа и устно отвечает преподавателю. Оценивается правильность и полнота ответа на каждый вопрос, при решении задачи оценивается: знание физических основ (явлений, законов, формул), необходимых для ее решения; наличие математических преобразований; правильный ответ. Время подготовки ответа не более 45 мин, время ответа не более 15 мин.

Пример КИМ:

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии
Овчинников О.В.
подпись, расшифровка подписи
__ . __ . 20__

Направление подготовки 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика
Дисциплина Лазерная техника
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Классификация, принцип действия и основные характеристики лазеров.
2. Фотоупругость и акустооптические модуляторы излучения.
3. Определите время (нс) прохождения излучения через резонатор длиной 10 см, заполненный активной средой Nd:YAG (показатель преломления $n = 1,8197$).

Преподаватель _____ Татьяна Е. П.

Критерии и шкалы оценивания КИМ:

Для оценивания выполнения заданий используется балльная шкала:

1) ответ на теоретические вопросы:

- 2 балла – обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

- 1 балл – обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

- 0 баллов – обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

2) расчетные задачи, ситуационные, практико-ориентированные задачи:

- 2 баллов – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован (аргументирован) ход решения);

- 1 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи, или, в случае если задание состоит из решения нескольких подзадач, 50% которых решены верно;

- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

В зависимости от набранного балла за КИМ, выставляется оценка по четырехбалльной шкале:

от 5 до 6 баллов – «отлично»;

от 3 до 4 баллов – «хорошо»;

2 балла – «удовлетворительно»;

от 0 до 1 баллов – «неудовлетворительно».

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Перечень типовых заданий для проведения текущих и промежуточных аттестаций

Примерные тестовые задания для текущего и промежуточного контроля знаний:

1. Для каких лазеров возможна перестройка в широкой полосе частот?
а) твердотельных лазеров с неодимовой или эрбиевой активной средой;
б) полупроводниковых лазеров;
в) лазеров на красителях;
г) волоконных лазеров.

2. Что не свойственно для лазерных гироскопов?
а) чувствительны к механическим воздействиям;
б) стабильны в работе;
в) точны и долговечны;
г) имеют небольшое энергопотребление.

3. Сопоставьте тип лидара и задачи, которые он может решать

Лидары	Назначение
А) сканирующие лидары;	1) способны анализировать свойства прозрачной среды, рассеивающей и поглощающей свет;
Б) «атмосферные» лидары;	2) определяют направление и скорость перемещения воздушных потоков в различных слоях атмосферы;
В) доплеровские лидары.	3) формируют двумерную или трёхмерную картину окружающего пространства.

4. В каком диапазоне работают лазерные радары – измерители скорости транспортных средств.
а) ультрафиолетовом; б) видимом; в) инфракрасном; г) рентгеновском.

5. Лазерная батиметрия – это методика измерения глубины, как правило, относительно мелководных прибрежных вод, с помощью сканирующего импульсного лазерного луча. На какой длине волны происходит сканирование?
а) 268 нм; б) 532 нм; в) 800 нм; г) 1064 нм.

6. Для каких лазеров характерна большая расходимость излучения?
а) твердотельных лазеров с неодимовой или эрбиевой активной средой;
б) полупроводниковых лазеров;
в) лазеров на красителях;
г) волоконных лазеров.

7. Исключительно высокая концентрация активаторов в активной среде, обеспечивающая высокий КПД характерна для:
а) твердотельных лазеров с неодимовой или эрбиевой активной средой;
б) полупроводниковых лазеров;
в) лазеров на красителях;
г) волоконных лазеров.

8. К технологиям измерений расстояний оптическими методами, исходя из физических принципов, не относятся:
а) триангуляционные;
б) интерферометрические;
в) время-пролётные;
г) дифракционные.

9. Времяпролётный лазерный дальномер может различить два отдельных объекта в том случае, если полученные от них сигналы не перекрываются во времени. Для этого необходимо, чтобы два объекта были разнесены в направлении лазерного луча не меньше, чем на расстояние
а) равное произведению длительности импульса на скорость света;
б) равное длине волны;
в) равное удвоенному произведению длительности импульса на скорость света;
г) кратное четному числу полуволн.

10. Какой фактор не влияет на точность измерений лазерных дальномеров?

- а) нестабильность интенсивности импульсов;
- б) длительность импульсов;
- в) неоднородности рассеяния света на мишени (спекл-эффекты);
- г) неоднородности атмосферы.

11. Передача информации на большие расстояния в оптическом диапазоне имеет ряд преимуществ, и главное среди них – огромная полоса пропускания светового канала. Пропускная способность линии связи напрямую связана с частотой несущего сигнала. Для передачи данных по оптоволокну частота колебаний несущей волны составляет величину порядка:

- а) 1 ГГц;
- б) 10 ГГц;
- в) 1 ТГц;
- г) 100 ТГц.

12. Максимальная дальность для наземных линий оптической связи с помощью лазерного излучения составляет не более

- а) 250 м;
- б) 1 км ;
- в) 4 км;
- г) 10 км.

Примеры задач для текущего и промежуточного контроля знаний:

1. Во сколько раз увеличится необходимая для достижения абляционного режима воздействия плотность энергии на мишени q_{\min} при увеличении длительности импульса лазера в 10 раз?

2. Какую массу (мкг) вещества можно испарить с мишени из золота, лазерным импульсом с энергией 150 мДж. Начальная температура 290 К. Удельная теплота испарения золота 1575 кДж/кг.

3. Определите, сколько различных полуволн q укладывается на длине резонатора $L=12$ см, состоящего из двух плоскопараллельных зеркал и заполненный активной средой $Y_3Al_5O_{12}$, активированный ионами Nd^{3+} и Cr^{3+} (показатель преломления $n = 1,823$). Длина волны излучения составляет $\lambda = 1064$ нм.

4. Как разнесены резонансные частоты двух соседних типов продольных колебаний $\Delta\nu$ (МГц) для резонатора $L=12$ см, состоящего из двух плоскопараллельных зеркал и заполненный активной средой $Y_3Al_5O_{12}$, активированный ионами Nd^{3+} и Cr^{3+} (показатель преломления $n = 1,823$). Длина волны излучения составляет $\lambda = 1064$ нм

5. В усилителе бегущей волны коэффициент усиления слабого сигнала $\alpha_0 = 0,1\text{см}^{-1}$, коэффициент нерезонансных потерь $\beta = 0,01\text{см}^{-1}$. Во сколько раз предельная интенсивность, которая может быть достигнута в усилителе, больше интенсивности насыщения?

Вопросы:

1. Активные лазерные среды. Методы инверсии населенностей активных лазерных сред.
2. Система оптической накачки
3. Открытые оптические резонаторы.
4. Кольцевые резонаторы.
5. Классификация, принцип действия и основные характеристики лазеров.
6. Схемы оптических квантовых усилителей.
7. Оптические квантовые усилители бегущей волны.
8. Шумы в оптических квантовых усилителях.
9. Трехуровневый лазер.
10. Четырехуровневый лазер.
11. Частота генерации твердотельного лазера импульсного действия.
12. Конструкции системы охлаждения и термостабилизации лазерных излучателей.
13. Принцип действия лазера на нейтральных атомах гелий-неоновой смеси.
14. Принцип действия ионного лазера.
15. Принцип действия молекулярного лазера.

16. Газодинамические лазеры.
17. Химические лазеры.
18. Основные физические процессы в полупроводниковой активной среде.
19. Принцип действия и конструкция инжекционных лазеров.
20. Гетероструктуры, гетеропереходы и гетеролазеры.
21. Физические принципы, классификация и основные характеристики модуляторов лазерного излучения.
22. Электрооптический эффект в кристаллах.
23. Внерезонаторная электрооптическая модуляция непрерывного излучения.
24. Магнитооптический эффект и модуляция лазерного излучения.
25. Фотоупругость и акустооптические модуляторы излучения.
26. Внутррезонаторная модуляция.
27. Метод модуляции добротности резонатора. Лазер с призмным или пассивным затвором.
28. Электрооптические затворы. Непрерывный электро-оптический дефлектор.
29. Дискретный оптический дефлектор.
30. Характеристика временного и пространственного распределения излучения.
31. Перестройка частоты лазерного излучения. Методы и схемы селекции мод.
32. Пространственное формирование лазерного излучения. Нелинейные оптические эффекты в формировании и преобразовании лазерного излучения.