


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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
оптики и спектроскопии



подпись

Овчинников О.В.

21.06.2023г.

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

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:

12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика

2. Профиль подготовки / специализация: Перспективные материалы и устройства фотоники

3. Квалификация (степень) выпускника: высшее образование (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  
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

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:** часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.3), блок 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	<b>Знать:</b> техническое и экономическое обоснование лазерных технологий <b>Уметь:</b> определять эффективность использования оборудования по данным спецификации производителя, составить требуемую спецификацию приемника для планируемого эксперимента <b>Владеть:</b> 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	<b>Знать:</b> фундаментальные основы лазерной физики, электротехники, физики газового разряда, импульсной техники, физики твердого тела, оптики и квантовой электроники <b>Уметь:</b> производить подбор оптического оборудования для достижения профессиональных целей; <b>Владеть:</b> 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

	практические	-	-
	лабораторные	-	-
Самостоятельная работа		40	40
в том числе: курсовая работа (проект)		-	-
Форма промежуточной аттестации <i>Экзамен</i>		36	36
Итого:		108	108

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК *
<b>1. Лекции</b>			
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 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)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
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:

- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.

В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, 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 (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Байборodin Ю. В. Основы лазерной техники. Второе издание, переработанное и дополненное. — К.: Высш шк. Головное изд-во, 1988. — 383 с. ISBN 5—11—000011—5.
2.	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.
3.	Бакланов, Е. В. Основы лазерной физики : учебник : [16+] / Е. В. Бакланов ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 131 с. : ил., табл. – (Учебники НГТУ). – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575307">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575307</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4.	Бруннер В. Справочник по лазерной технике: Пер. с нем. С74 М.: Энергоатомиздат, 1991. — 544 с: ил. ISBN 5-283-02480-6
5.	Борейшо А. С., Ивакин С. В. Б 82 Лазеры: устройство и действие: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 304 с.: ил. (+вклейка, 8 с.). — (Учебники для вузов. Специальная литература).
6.	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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103827">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103827</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9765-0040-4. – Текст : электронный.
7.	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: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=612976">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=612976</a> – 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
8.	ЭБС «Университетская библиотека Online» – <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>
9.	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») – <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
10.	ЭБС Лань – <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
11.	ЭБС «ПЛАТФОРМА ЮРАЙТ» – <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
12.	Зональная научная библиотека ВГУ – <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ 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 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., разработка презентаций, сообщений и докладов, 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, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Лекционная аудитория: проектор BenQ MS 612ST, Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ.

Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации.

Аудитория для самостоятельной работы: 15 комп. III поколения, объединенных в сеть с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ.

Перечень необходимого программного обеспечения:

Операционная система Windows 10 для WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc. Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ». Office

Standard 2019 Single OLV NL Each Academic Edition Additional Product. Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks Total Academic Headcount–25.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средств а оценивания)
ПК – 2.2. Осуществляет подбор оборудования и комплектующих необходимых для проведения исследований, разрабатывает методики оптических и фотонных исследований	<b>Знать:</b> техническое и экономическое обоснование лазерных технологий <b>Уметь:</b> определять эффективность использования оборудования по данным спецификации производителя, составить требуемую спецификацию приемника для планируемого эксперимента <b>Владеть:</b> навыками подбора для конкретной задачи лазерной техники, делать расчетную оценку и выполнять экспериментальное исследование его основных параметров и характеристик	Раздела 1-8	Вопросы
ПК – 3.1 Проводит научные исследования в области нанофотоники, используя специализированное исследовательское оборудование, приборы и установки.	<b>Знать:</b> фундаментальные основы лазерной физики, электротехники, физики газового разряда, импульсной техники, физики твердого тела, оптики и квантовой электроники <b>Уметь:</b> производить подбор оптического оборудования для достижения профессиональных целей; <b>Владеть:</b> навыками работы на аппаратуре оптических измерений, выполнения измерений, обработки данных измерительных наблюдений, получения результатов измерений и оценки погрешностей.	Раздела 1-8	Вопросы
<b>Промежуточная аттестация (экзамен)</b>			КИМ

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

1. знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины;
2. умение применять теорию для решения практических задач.

**Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.**

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лекционных занятий. Ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время экзамена. Ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано теоретических основ дисциплины.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Имеет не полное представление о теоретических основах., допускает существенные ошибки.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем (четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	<i>–</i>	<i>Неудовлетворительно</i>

**19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы****19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:**

1. Активные лазерные среды и методы инверсии населенностей
2. Оптические резонаторы
3. Оптические квантовые усилители
4. Твердотельные лазеры импульсного действия
5. Газовые лазеры
6. Полупроводниковые лазеры
7. Модуляция лазерного излучения
8. Устройства управления лазерным излучением

## 19.3.2. Контрольно-измерительный материал

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

\_\_\_\_\_ Овчинников О.В.  
*подпись, расшифровка подписи*

\_\_\_.\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 Лазерная техника

Форма обучения очная

Вид контроля экзамен

Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал №1

1. Активные лазерные среды и методы инверсии населенностей
2. Газовые лазеры

Преподаватель \_\_\_\_\_  
*подпись*

\_\_\_\_\_ Татьянина Е.П.  
*расшифровка подписи*

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

\_\_\_\_\_ Овчинников О.В.  
*подпись, расшифровка подписи*

\_\_\_.\_\_\_.20\_\_

Направление подготовки / специальность 12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 Лазерная техника

Форма обучения очная

Вид контроля экзамен

Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал №2

1. Оптические квантовые усилители
2. Устройства управления лазерным излучением

Преподаватель \_\_\_\_\_  
*подпись*

\_\_\_\_\_ Татьянина Е.П.  
*расшифровка подписи*