

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Институт прикладной математики физики и информатики

	УТВЕРЖДАЮ: Директор института _____ Хорьков К.С. « 30 » 08 2021 г.
--	---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Лазерные информационные технологии

**направление подготовки / специальность**

12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

Лазерные и квантовые технологии

(направленность (профиль) подготовки)

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Лазерные информационные технологии» являются формирование у обучающихся понимания физических основ функционирования лазерных информационных систем, получение практических навыков для последующего использования этих знаний при разработке и оптимизации методов, средств и технологий, использующих лазерное излучение.

Задачи освоения дисциплины:

1. Приобретение студентами широких систематических знаний о лазерных информационных технологиях

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Лазерные информационные технологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций).

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен анализировать задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптических электронных приборов и систем	ПК-1.1. Знает принципы генерации излучения лазерами, элементную базу лазерной техники, основные типы и характеристики оптических систем лазерных опико-электронных приборов и оборудования, принципы конструирования лазерных опико-электронных приборов, их узлов и элементов, опасные и вредные эксплуатационные факторы, их предельно-допустимые уровни воздействия на человека, технику и окружающую среду при эксплуатации лазерных систем и технологий. ПК-1.2. Умеет определять параметры и характеристики элементов лазерных систем и технологий для заданных условий и режимов эксплуатации, анализировать взаимодействие лазерного излучения с материалами и средами, применять информационные ресурсы и технологии, представлять информацию в систематизированном виде, работать с научно-технической литературой и информацией. ПК-1.3. Владеет навыками работы со средствами компьютерного проектирования, используемыми при конструировании узлов и блоков лазерных комплексов, навыками проектирования типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных опико-электронных приборов и систем.	Знает основные типы и характеристики оптических систем лазерных опико-электронных приборов и оборудования; Умеет определять параметры и характеристики элементов лазерных систем и технологий для заданных условий и режимов эксплуатации; анализировать взаимодействие лазерного излучения с материалами и средами. Владеет навыками работы со средствами компьютерного проектирования, используемыми при конструировании узлов и блоков лазерных комплексов;	Рейтинг-контроль №1
ПК-2. Способен участвовать в	ПК-2.1. Знает основные области применения лазерной техники и	Знает основные области	Рейтинг-контроль №1

<p>разработке технических требований и заданий на проектирование типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных опико-электронных приборов и систем</p>	<p>лазерных технологий, состав и принципы конструирования лазерных приборов и систем, оптические материалы и технологии.  ПК-2.2. Умеет анализировать, формулировать и обосновывать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым оптическим узлам и элементам лазерных приборов и систем, обосновывать предлагаемые технические решения, применять информационные ресурсы и технологии;  ПК-2.3. Владеет навыками проектирования типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных опико-электронных приборов и систем;</p>	<p>применения лазерной техники и лазерных технологий;  Умеет применять информационные ресурсы и технологии  Владеет навыками проектирования лазерных опико-электронных приборов и систем;</p>	
<p>ПК-3. Способен рассчитывать, проектировать и конструировать типовые системы, приборы, узлы и детали лазерной техники, лазерных опико-электронных приборов и систем</p>	<p>ПК-3.1. Знает принципы конструирования лазерных опико-электронных приборов, их узлов и элементов, элементную базу, используемую в изделиях лазерной техники.  ПК-3.2. Умеет выбирать метод(ы) расчёта при разработке лазерных приборов и систем, рассчитывать параметры и характеристики оптического узла лазерных приборов и систем, конструировать типовые детали и узлы лазерной техники, подбирать по заданным параметрам и характеристикам элементную базу лазерных приборов и систем.  ПК-3.3. Владеет прикладными программами расчёта лазерных опико-электронных приборов, компьютерными технологиями расчёта и конструирования лазерных опико-электронных приборов;</p>	<p>Знает основные типы и характеристики оптических систем лазерных опико-электронных приборов, оборудования и технологий.  Умеет подбирать по заданным параметрам и характеристикам элементную базу лазерных приборов и систем.  Владеет прикладными программами расчёта лазерных опико-электронных приборов; компьютерными технологиями расчёта и конструирования лазерных опико-электронных приборов.</p>	<p>Рейтинг-контроль №2</p>
<p>ПК-4. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы в области лазерных и квантовых технологий</p>	<p>ПК-4.1. Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок в области лазерных и квантовых технологий, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.  ПК-4.2. Умеет находить аналитические решения задач квантовой теории, применять нормативную документацию, связанную с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, применять методы проведения экспериментов.  ПК-4.3. Владеет методами</p>	<p>Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации;  - теоретические основы лазерных и квантовых технологий  Умеет практически применять теоретические знания при решении физических задач;</p>	<p>Рейтинг-контроль №3</p>

	организации и проведения измерений и исследований в области лазерных и квантовых технологий, включая планирование, разработку, организацию и проведение исследований, навыками применения математического аппарата для решения типовых задач квантовой механики, составления отчётов (разделов отчётов) по теме или по результатам проведённых экспериментов.	проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в сфере лазерных и квантовых технологий. Владеет методами организации и проведения измерений и исследований в области лазерных и квантовых технологий, включая планирование, разработку, организацию и проведение исследований.	
--	---	--	--

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа

##### Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	В форме практической подготовки		
1	Интерференционные лазерные технологии	6	1-8	16	8	-	4	25	Рейтинг №1
2	Дифракционные лазерные технологии	6	9-14	12	6	-	2	18	Рейтинг №2
3	Лазерная дальнометрия	6	15-18	8	4	-	4	20	Рейтинг №3
Всего за 6 семестр:		-	-	36	18	-	10	63	экзамен, 27
Наличие в дисциплине КП/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		-	-	36	18	-	-	63	экзамен, 27

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Интерференционные лазерные технологии

Тема 1.1. Когерентность электромагнитных волн

Содержание темы. Временная когерентность. Монохроматичность лазерного излучения. Пространственная когерентность. Направленность лазерного излучения. Условие возникновения интерференции.

Тема 1.2. Интерферометры

Содержание темы. Характеристики интерференционной картины. Двухлучевые интерферометры. Многолучевые интерферометры. Стабилизация параметров лазерного излучения. Прецизионное измерение длин волн. Метод двухдлинноволновой интерферометрии. Лазерные стандарты длины и частоты.

Тема 1.3. Интерференционные технологии в научных исследованиях.

Содержание темы. Локальная лазерная деформация. Динамическая двухлучевая интерферометрия при импульсной деформации.

Раздел 2. Дифракционные лазерные технологии

Тема 2.1. Дифракция света на объектах различной формы.

Содержание темы. Приближенная теория дифракции Френеля. Дифракция плоской волны на щели. Дифракция света на правильной структуре. Дифракционный метод измерения диаметра проволоки.

Содержание темы. Дифракция в нелинейных средах. Самодефокусировка световых пучков. Тепловая дефокусировка. Самофокусировка волновых пучков. Дифракционные технологии для измерения оптических характеристик нелинейных веществ. Нелинейная адаптивная оптика.

Тема 2.3. Дифракционные технологии в научных исследованиях..

Содержание темы. Оптические процессы на поверхности полупроводников под действием импульсного лазерного излучения. Динамика рассеянного излучения в зоне Фраунтгофера. Расшифровка дифракционной картины. Модель микро-, наноструктурирования поверхности под действием импульсного лазерного излучения.

Раздел 3. Лазерная дальнометрия.

Тема 3.1. Общие принципы лазерной дальнометрии.

Содержание темы. Сущность метода импульсного дальнометрирования. Погрешность в измерении расстояния. Импульсный лазерный дальномер. Схема импульсного дальмера. Лазеры для дальномеров.

Тема 3.2. Дальномеры, применяемые в задачах дистанционного зондирования

Содержание темы. Альтиметры. Батиметры. Трехмерное лазерное сканирование. Процесс измерений и обработка их результатов.

**Содержание практических занятий по дисциплине**

Раздел 1. Интерференционные лазерные технологии

Тема 1.1. Когерентность электромагнитных волн

Содержание практических занятий. Решение задач направленность лазерного излучения

Тема 1.2. Интерферометры

Содержание практических занятий. Решение задач интерферометр Юнга, интерферометр Майкельсона, интерферометр Фабри-Перо.

Тема 1.3. Интерференционные технологии в научных исследованиях.

Содержание практических занятий. Двухлучевая интерферометрия. Обсуждение схем, преимуществ, погрешностей интерферометров.

Раздел 2. Дифракционные лазерные технологии

Тема 2.1. Дифракция света на объектах различной формы.

Содержание практических занятий. Разбиение поверхности на зоны Френеля. Расчёт параметра дифракции. Схема наблюдений дифракции Фраунтгофера.

Тема 2.2. Дифракционные технологии в нелинейных оптических средах.

Содержание практических занятий. Поперечная диффузия лучевых амплитуд. Изменение ширины волнового пучка при дифракции в линейной и нелинейных средах.

Тема 2.3. Дифракционные технологии в научных исследованиях..

Содержание практических занятий. Блок-схема рассеянного излучения в зоне Фраунтгофера. Условие дифракции для наклонного падения в случае отражательной дифракционной решетки.

Раздел 3. Лазерная дальнометрия.

Тема 3.1. Общие принципы лазерной дальнометрии.

Содержание практических занятий. Фазовый метод дальнометрирования. Погрешность измерений.

Тема 3.2. Дальномеры, применяемые в задачах дистанционного зондирования

Содержание практических занятий. Альтиметры. Вертикальное разрешение. Процесс измерений и обработка их результатов.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**Вопросы для рейтинг-контроля №1.**

1. Почему различие между временной и пространственной когерентностью в некоторых случаях довольно условно?
2. С какой характеристикой лазерного излучения связана временная когерентность? С какой – пространственная?
3. Выведите условие возникновения интерференции.
4. Каковы основные характеристики интерференционной картины?
5. Как комплексная функция когерентности связана с контрастом интерференционной картины?
6. Чем отличается картина многолучевой интерференции от картины интерференции двух электромагнитных волн?
7. Каким образом с помощью He/Ne – лазера можно получить стационарную картину двух пучков света?
8. Какова область дисперсии интерферометра Фабри-Перо?
9. Перечислите типы стабилизации параметров лазерного излучения?
10. Какие свойства  $^{127}\text{I}_2$  позволили использовать его в качестве поглотителя для стабилизации частоты лазерного излучения?
11. Приведите практические примеры использования интерференционных технологий.
12. Каким образом интерференционная картина двух отраженных лучей связана с распределением термических напряжений в лазерооблученной мишени?

#### **Вопросы для рейтинг-контроля №2.**

1. Определите дифракционные эффекты в зависимости от параметра дифракции.
2. Чем отличается дифракция света на правильной структуре от дифракции на хаотической поверхности?
3. Опишите дифракционную технологию измерения диаметра проволоки.
4. Каким образом исследование динамики дифракционной картины в процессе лазерной обработки позволяет определить механизм самомодификации поверхности полупроводника?
5. Какую физическую систему можно назвать нелинейной?
6. Что характерно для дифракции в линейных средах с позиций волновых пучков?
7. Как с расстоянием изменяется радиус дифрагирующего пучка?
8. Чем отличается дифракционная расходимость от геометрической?
9. Как можно представить показатель преломления нелинейной среды?
10. Чем характеризуются тонкая нелинейная линза?
11. Чем характеризуются толстая нелинейная линза?
12. Что происходит с показателем преломления при тепловом самовоздействии?
13. Как тепловая дефокусировка зависит от длительности лазерного излучения?
14. Какое электромагнитное возбуждение называют пространственным солитоном?
15. Опишите схему эксперимента по наблюдению самодифракции.
16. Как в нелинейной среде возникает режим волноводного распространения пучка?
17. Какой тип дефокусировки является главным ограничивающим фактором в атмосферной оптике?

#### **Вопросы для рейтинг-контроля №3.**

1. Какой тип модуляции лазерного излучения используется в дальнометре?
2. Определите сущность метода импульсного дальнометрирования.
3. Сформулируйте основные параметры, от которых зависит эффективность работы лазерного дальнометра.
4. Выберите характер модуляции сигнала, обеспечивающий минимальную погрешность измерения расстояния
5. На чем основана возможность использования лазера для локации объекта?
6. Какие каналы включает в себя схема импульсного дальнометра?

7. Какие требования предъявляются к лазерам, используемым в дальнометрии?
8. Для решения каких задач применяются лидары?
9. Определите два основных типа лидаров.
10. На базе каких лазеров обычно реализуются лидары?
11. Что лежит в основе метода лазерного сканирования?
12. Как происходит обработка данных лазерного сканирования?
13. Приведите примеры использования трехмерного лазерного сканирования.

**Вопросы для экзамена.**

- Временная когерентность. Пространственная когерентность
- Условие возникновения интерференции.
- Основные характеристики интерференционной картины.
- Область дисперсии, разрешающая способность интерферометра Фабри-Перо.
- Дифракция света на правильной структуре.
- Дифракционная технология измерения диаметра проволоки.
- Изменение радиуса дифрагирующего пучка с расстоянием.
- Зависимость тепловой дефокусировки от длительности лазерного излучения.
- Пространственный солитон.
- Наблюдение самодифракции.
- Метод импульсного дальнометрирования.
- Требования, предъявляемые к лазерам, используемым в дальнометрии.
- Основные типы лидаров.
- Метод лазерного сканирования.

**Темы для самостоятельного изучения, представления докладов и обсуждения на практических занятиях.**

- Лазерный спектральный анализ состава материалов.
- Лазерный микроспектральный анализ.
- Лазерный проекционный микроскоп.
- Теневая схема наблюдения волн на поверхности металла с использованием лазерного проекционного микроскопа.
- Измерение концентрации электронов в активной среде лазера на парах меди.
- Измерение концентрации атомов меди в активной среде лазера на парах меди
- Исследование сверхтонкой структуры излучения лазера на парах меди.
- Лазерные гироскопы.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
<b>Основная литература</b>		
1. Калитеевский Н.И. Волновая оптика. СПб: Лань, 2006. 487 с.	2006 г.	
2. Шандыбина Г.Д., Парфенов В.А. Информационные лазерные технологии. Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2008, 107 с.	2008 г.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/66477.html">http://www.iprbookshop.ru/66477.html</a>
2. Лазерные приборы и методы измерения дальности: учеб. пособие Бокшанский В.Б. и др. Под ред. Карасика В.Е. Издательство: (МГТУ им. Н.Э. Баумана).	2012 г.	<a href="http://e.lanbook.com/view/book/58389/">http://e.lanbook.com/view/book/58389/</a> .
<b>Дополнительная литература</b>		
1. ВВЕДЕНИЕ В ФЕМТОНАНОФОТонику. Аракелян С.М.,	2015 г.	<a href="http://www.iprb">http://www.iprb</a>

Кучерик А.О., Прокошев В.Г., Рау В.Г., Сергеев А.Г. Фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов / Москва, 744 с.		<a href="http://ookshop.ru/40504.html">ookshop.ru/405 04.html</a>
2. Коломийцев Ю.В. Интерферометры. Основы инженерной теории. Применение. Л.: Машиностроение, 1976. 295 с.	1976	
3. Коронкевич В.П., Хэнов В.А. Современные лазерные интерферометры. Новосибирск: Наука, 1985. 182 с.	1985	

## 6.2. Интернет-ресурсы

Журнал «Квантовая электроника»

Журнал «Computer world Россия»

Журнал «Прикладная информатика»

## 6.3 Интернет-ресурсы

- <http://www.quantum-electron.ru>
- <http://ufn.ru>
- <http://journals.ioffe.ru/pjtf>
- <http://www.laser.ru>
- <http://www.cislaser.com>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, оборудованных мультимедийным оборудованием (ауд. 420-3, ауд. 430-3). Практические/лабораторные работы проводятся в компьютерных классах кафедры ФиПМ (лаб. 511-3, лаб. 100-3). Используется лицензионное программное обеспечение *MATLAB*.

Для обеспечения проведения лабораторных работ имеются специализированные учебно-научные лаборатории, оборудованные современным оборудованием (лаб. 107-3, 107а-3, 419-3, 123-3).

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ Зякин А.А.  
(ФИО, подпись)

Рецензент  
Генеральный директор ООО «ВладИнТех» \_\_\_\_\_ А.В. Осипов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ  
Протокол №1 от 30.08.2021 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Аракелян  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.05 «Лазерная техника и  
лазерные технологии»  
Протокол №1 от 30.08.2021 года  
Председатель комиссии \_\_\_\_\_ С.М. Аракелян  
(ФИО, должность, подпись)

## ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20 \_\_\_\_ / 20 \_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от \_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Кучерик А.О., Прокошев В.Г., Рау В.Г., Сергеев А.Г. Фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов / Москва, 744 с.		<a href="http://ookshop.ru/40504.html">ookshop.ru/40504.html</a>
2. Коломийцев Ю.В. Интерферометры. Основы инженерной теории. Применение. Л.: Машиностроение, 1976. 295 с.	1976	
3. Коронкевич В.П., Хэнов В.А. Современные лазерные интерферометры. Новосибирск: Наука, 1985. 182 с.	1985	

### 6.2. Интернет-ресурсы

Журнал «Квантовая электроника»  
Журнал «Computer world Россия»  
Журнал «Прикладная информатика»

### 6.3 Интернет-ресурсы

- <http://www.quantum-electron.ru>
- <http://ufn.ru>
- <http://journals.ioffe.ru/pjtf>
- <http://www.laser.ru>
- <http://www.cislaser.com>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, оборудованных мультимедийным оборудованием (ауд. 420-3, ауд. 430-3). Практические/лабораторные работы проводятся в компьютерных классах кафедры ФиПМ (лаб. 511-3, лаб. 100-3). Используется лицензионное программное обеспечение *MATLAB*.

Для обеспечения проведения лабораторных работ имеются специализированные учебно-научные лаборатории, оборудованные современным оборудованием (лаб. 107-3, 107а-3, 419-3, 123-3).

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ Заякин А.А.  
(ФИО, подпись)

Рецензент  
Генеральный директор ООО «ВладИнТех» \_\_\_\_\_ А.В. Осипов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ  
Протокол №1 от 30.08.2021 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Аракелян  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена  
на заседании учебно-методической комиссии направления 12.03.05 «Лазерная техника и  
лазерные технологии»  
Протокол №1 от 30.08.2021 года  
Председатель комиссии \_\_\_\_\_ С.М. Аракелян  
(ФИО, должность, подпись)

## ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*С.М. Аракелян*