

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)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности



А.А. Панфилов

« 02 » 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
(наименование дисциплины)

Направление подготовки 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»

Профиль/программа подготовки «Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы»

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
1	4/144	18		36	54	Экзамен (36ч)
Итого	4/144	18		36	54	Экзамен (36ч)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины формирование знаний современных принципов, методов и средств измерений параметров лазерного излучения, а также ознакомление с существующими нормативно-правовыми документами (ГОСТами, правилами ИСО). Данные знания необходимых для выполнения исследовательских и практических работ.

Задачи:

- усвоить основы анализа и выбора принципов и методов измерений параметров лазерного излучения;
- приобрести умения и навыки измерений ряда параметров лазерного излучения с использованием приемников излучения;
- знать различные методы измерения параметров лазерного излучения

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы и средства измерения параметров лазерного излучения» относится к основным обязательным дисциплинам базовой части основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по направлению 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии».

Успешное освоение дисциплины предполагает наличие у обучающихся знаний, умений и навыков, полученных при изучении дисциплин бакалавриата: «Взаимодействие лазерного излучения с веществом», «Приемники оптического излучения», «Лазерные технологии», «Лазерная техника», «Лазерные измерения», «Теория эксперимента» и в ходе прохождения практик.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-1	частичное	Знать: современные проблемы и специфику исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий; • отечественные и международные стандарты по качеству и особенности их применения в области лазерной техники и лазерных технологий; • современную научную картину мира; Уметь: • применять актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности; • выбирать и использовать адекватные поставленной задаче методы её решения, в том числе нетрадиционные и использующие междисциплинарные знания; • работать с записями по качеству; • выявлять естественнонаучную сущность проблемы; Владеть: • навыки оценки патентоспособности вновь созданных технических и художественно-конструкторских решений; • навыки систематизации и анализа отобранной документации в области научных исследований и защиты интеллектуальной собственности; • навыки выработки стратегии и оценки достижимости решения задач исследований и разработок в области лазерной техники, оптических материалов и технологий с учётом правовых ограничений и соблюдения стандартов по качеству;

		<ul style="list-style-type: none"> • навыки формулирования целей и задач исследований и разработок с учётом сложившихся норм и традиций научного познания мира;
ОПК-2	частичное	<p>Способен организовать проведение научного исследования и разработку, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с методами и средствами оптических и лазерных исследований</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методы определения патентной чистоты объекта техники; • актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности; • методы анализа научных данных; • методы и средства планирования и организации исследований и разработок; • методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации; • основные источники научно-технической информации в области лазерной техники и лазерных технологий; • способы и средства представления результатов интеллектуальной деятельности; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • обосновывать меры по обеспечению патентной чистоты объекта техники; • определять показатели технического уровня объекта техники и (или) результатов научных исследований в области информационных технологий; • применять нормативную документацию, связанную с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; • применять методы проведения экспериментов; • оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в том числе на иностранном языке; • анализировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений; • представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности в области оптических и лазерных исследований; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыки оформления отчёта о патентных исследованиях; • навыки составления планов проведения исследований и разработок; • навыки организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, в том числе на иностранном языке; • навыки сбора, обработки, анализа и обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; • навыки составления отчётов по теме или по результатам проведённых исследований; • навыки публичного представления и защиты полученных результатов интеллектуальной деятельности;
ПК-2	частичное	<p>Способен проводить теоретические и экспериментальные исследования лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> •• методы и средства измерений параметров лазерного

		излучения; <ul style="list-style-type: none"> • методы математического моделирования в области профессиональной деятельности; • требования безопасности при проведении экспериментальных исследований лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем; Уметь: <ul style="list-style-type: none"> • измерять параметры лазерного излучения; • разрабатывать модели исследуемых процессов и явлений в области профессиональной деятельности; • участвовать в теоретических и экспериментальных исследованиях в области лазерной техники и лазерных технологий; Владеть: <ul style="list-style-type: none"> • навыки целенаправленного планирования экспериментов; • проведения математических и физических экспериментов в области профессиональной деятельности и анализа их результатов; • навыки использования средств автоматизации при проведении экспериментальных исследований;
--	--	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Общие понятия оптико-электронных приборов. Лазерные источники излучения и их классификация	1	1	2	-	4	8	2/33,3	
2	Общие понятия приемников излучения и их классификация	1	3-6	4	-	12	18	9/56	1-й рейтинг-контроль
3	Параметры и характеристики приемников излучения	1	7-13	8	-	16	18	11/45,8	2-й рейтинг-контроль
4	Средства измерения для проведения оптических измерений	1	14-18	4	-	4	10	3/37,5	3-й рейтинг-контроль
Наличие в дисциплине КП/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		1	18	18		36	54	25/46,2	экзамен (36ч)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1 Общие понятия оптико-электронных приборов. Лазерные источники излучения и их классификация

Содержание темы.

Объясняется понятие оптико-электронных приборов. Объясняются два основных метода работы ОЭП. Рассматриваются основные виды лазерных источников излучения и их классификация.

Тема 2 Общие понятия приемников излучения и их классификация

Содержание темы.

Дается общее определение приемникам оптического излучения. Рассматриваются группы приемников оптического излучения и общие признаки их работы связанные с тепловыми, фотоэлектрическими и фотохимическими эффектами.

Тема 3 Параметры и характеристики приемников излучения

Содержание темы.

Дается определение понятиям параметров и характеристик. Рассматриваются основные параметры приемников излучения: чувствительность, пороговые, шумовые, временные, спектральные и т.д. Рассматриваются основные характеристики приемников излучения: спектральные, вольтовые, фоновые, частотные и т.д.

Тема 4 Средства измерения для проведения оптических измерений

Содержание темы.

Объясняется общее понятие схемы прибора для оптических измерений. Кратко объясняется назначение основных узлов измерительного прибора. Рассматриваются типовые узлы приборов для оптических измерений на примере: коллиматора, автоколлиматора, фотодиода

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Тема 1 Оценка мощности лазерных диодов при помощи измерителя мощности лазерного излучения

Содержание практических/лабораторных занятий.

Познакомиться с современными измерителями мощности лазерного излучения; рассмотреть работу измерителя мощности лазерного излучения (например, 30A-SH-V1); экспериментально оценить мощность лазерных диодов.

Тема 2 Оценка мощности лазерных диодов при помощи фотодиода

Содержание практических/лабораторных занятий.

Познакомиться с современными измерителями мощности лазерного излучения; рассмотреть работу фотодиода для измерения лазерного излучения; экспериментально оценить мощность лазерных диодов при использовании фотодиодов.

Тема 3 Приемники оптического излучения на основе фотоэлементов с фоторезистивным эффектом

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучить конструкцию, принцип действия и применение фоторезисторов, основные характеристики и параметры различных типов фотосопротивлений.

Тема 4 Приемники оптического излучения на основе внешнего фотоэффекта

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучить конструкцию, принцип действия и применение фотоэлементов с внешним фотоэффектом, основные характеристики и параметры фотоэлектронных умножителей.

Тема 5 Тепловые приемники оптического излучения

Содержание практических/лабораторных занятий.

Изучить принцип работы, конструкцию и применение калометрических приемников оптического излучения; овладеть навыками работы с измерителем средней мощности (энергии) лазерного излучения ИМО-2Н.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Методы и средства измерений параметров лазерного излучения» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема №2-4);*
- *Групповая дискуссия (тема №1-4);*
- *Разбор конкретных ситуаций (тема № 4);*

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

Текущий контроль успеваемости (рейтинг-контроль 1, рейтинг-контроль 2, рейтинг-контроль 3).

Контрольные вопросы рейтинг-контроль 1:

1. Принцип действия тепловых приемников излучения.
2. Принцип действия пироэлектрических и фотоэлектрических приемников излучения.

3. Перечислите основные преимущества и недостатки тепловых, пироэлектрических и фотоэлектрических приемников лазерного излучения.
4. Какое тело можно считать приемником оптического излучения? Какова классификация современных приемников?
5. Как влияет шум на работу приемников излучения и какие основные виды шумом различают?

Контрольные вопросы рейтинг-контроль 2:

1. Поясните суть фоторезистивного эффекта.
2. Какие основные достоинства и недостатки характерны для фоторезисторов? Что такое фототок и темновой ток?
3. В чем заключается внешний фотоэффект и каково его отличие от внутреннего?
4. Перечислите основные законы внешнего фотоэффекта.
5. Как работают электровакуумные фотоэлементы?

Контрольные вопросы рейтинг-контроль 3:

1. Поясните особенности конструкции и работы ионных фотоэлементов.
2. Какие достоинства характерны для фотоэлектронных умножителей? Поясните принцип их работы.
3. В чем заключается суть работы тепловых приемников оптического излучения?
4. Перечислите достоинства и недостатки тепловых методов измерения мощности и энергии лазерного излучения.
5. Фотогальванические приемники оптического излучения.
6. Матричные фотоприемники с зарядовой связью

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме экзамен.

Контрольные вопросы к экзамену:

1. Принцип действия тепловых приемников излучения.
2. Принцип действия пироэлектрических и фотоэлектрических приемников излучения.
3. Как влияет шум на работу приемников излучения и какие основные виды шумом различают?
4. Какие основные достоинства и недостатки характерны для фоторезисторов? Что такое фототок и темновой ток?
5. В чем заключается внешний фотоэффект и каково его отличие от внутреннего?
6. Перечислите основные законы внешнего фотоэффекта.
7. Какие достоинства характерны для фотоэлектронных умножителей? Поясните принцип их работы.
8. В чем заключается суть работы тепловых приемников оптического излучения?
9. Фотогальванические приемники оптического излучения. В чем заключается фотогальванический эффект? Где получили распространение приемники оптического излучения на основе фотогальванического эффекта?
10. Матричные фотоприемники с зарядовой связью? Перечислите основные группы характеристик ПЗС.
11. Оценка расходимости лазерного излучения при помощи матричного фотоприемника
12. Два основных метода измерения расходимости лазерного излучения.

Контрольные вопросы по самостоятельной работе обучающегося:

1. Фотогальванические приемники оптического излучения. (доклад-реферат)
2. В чем заключается фотогальванический эффект?
3. Где получили распространение приемники оптического излучения на основе фотогальванического эффекта?
4. Изучить устройство и принцип работы селенового фотоэлемента.
1. Матричные фотоприемники с зарядовой связью (доклад-реферат)
2. Опишите принцип работы приборов с зарядовой связью.
3. Перечислите основные группы характеристик ПЗС.
4. Как время экспозиции камеры влияет на пороговое значение мощности регистрируемого излучения?

1. Оценка расходимости лазерного излучения при помощи матричного фотоприемника с зарядовой связью(доклад-реферат)
 2. Два основных метода измерения расходимости лазерного излучения.
 3. На чем основан принцип измерения диаметра пучка лазерного излучения при помощи матричных фотоприемников
- Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
1. Оптические измерения / А.Н. Андреев, Е.В. Гаврилов, Г.Г. Ишанин и др.: Учеб. пособие. — М.: Университетская книга; Логос, — 416 с.	2012		
2. Источники и приемники излучения / Г. Г. Ишанин, Э. Д. Панков, А. Л. Андреев, Г. В. Польщиков - СПб.: Политехника,	1991.		
Леготин С.А., Проектирование и технология электронной компонентной базы. Полупроводниковые приемники излучений : курс лекций / С.А. Леготин, А.А. Краснов, Д.С. Ельников, В.Н. Мурашев, С.И. Диденко, К.И. Таперо, М.П. Коновалов - М. : МИСиС, 2018. - 188 с. - ISBN 978-5-906953-50-6	2018		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785906953506.html
4. Ишанин, Г. Г. Ишанин, В. П. Челибанов Приемники оптического излучения: учебник / Г. Г.; ред. В. В. Коротаяев. - СПб. : Лань, 2014. - 303с.	2014		
Стратегия и аппаратура поиска источников оптического излучения : учебник / К. Е. Румянцев ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 246 с. - ISBN 978-5-9275-2844-8.	2018		URL : http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927528448.html
Дополнительная литература			
1. Приемники излучения: Методическое руководство к лабораторным работам / Сост.: Солохин С.А., Васильев В.В., Шепелев Е.А., Сметанин С.Н. Ершков М.Н. – Ковров: КГТА, – 53 с.	2014		
3. Источники и приемники излучения: конспект лекций / А. А. Заякин ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Ред.-издат. комплекс ВлГУ, – 36 с	2005		
Таксанц, М. В. Энергетические параметры и характеристики лазерного излучения : методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Измерение и контроль параметров лазерного излучения» / М. В. Таксанц, Л. Н. Майоров. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014. — 54 с. — ISBN 978-5-7038-3847-1.	2014		URL: http://www.iprbookshop.ru/31659.html
Жмудь, В. А. Электронные системы для прецизионного управления лазерным излучением : учебное пособие / В. А. Жмудь. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический			URL: http://www.iprbookshop.ru/91497.html

университет, 2017. — 435 с. — ISBN 978-5-7782-3325-6.			
ГОСТ Р 50723-94. Государственный стандарт Российской Федерации. Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий" (принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 23.12.1994 N 351)	1994		http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=OTN&n=259#05406881850882603
4. ГОСТ «Оптика и фотоника Лазеры и лазерные установки (системы) Методы испытаний лазеров и измерений мощности, энергии и временных характеристик лазерного пучка» ГОСТ Р ИСО 11554-2008	2008		
5. Ишанин Г.Г., Мальцева Н.К. Приемники оптического излучения на внешнем фотоэффекте. Учебно-методическое пособие. -СПб: НИУ ИТМО, 2013. - 103 с.	2013		

7.2. Периодические издания

1. Журнал «Фотоника» - <http://www.photonics.su/>
2. Журнал «Измерительная техника» - <http://izmt.ru/>
3. Журнал «Успехи физических наук» - <https://ufn.ru/>
4. Журнал «Приборы и методы измерений» - <https://pimi.bntu.by/jour#>

7.3. Интернет-ресурсы

1. Электронная библиотека научных публикаций – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотека научных публикаций – <http://window.edu.ru/resource/670/79670>
3. Мировой лидер в области лазерных измерений, точной ИК и лазерной оптики – <https://www.ophiropt.com/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лаборатория оптико-физических измерений НИИКО-2 с действующими источниками лазерного излучения и измерительной аппаратурой, включающей в себя измерители мощности и энергии, цифровые регистраторы информации, матричные фотоприемники, фотодиоды, осциллографы.

Рабочую программу составил Антипов А.А.

(ФИО, подпись)

Рецензент

(представитель работодателя)

Ген. Директор ООО «ВладИнТех» Осипов А.В.

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЛСиК

Протокол № 1 от 02.09.2019 года

Заведующий кафедрой

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии», программа подготовки «Твердотельные полупроводниковые лазерные системы»

Протокол № 1 от 02.09.2019 года

Председатель комиссии

(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ

РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 2020-2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.2020 года

Заведующий кафедрой _____


С.И. Ароньян

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

НАИМЕНОВАНИЕ

образовательной программы направления подготовки код и наименование ОП, направленность:
наименование (указать уровень подготовки)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой _____ / _____
Подпись *ФИО*