

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
(Наименование института)



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

_____ К.С. Хорьков

» август 2021 г.

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

направление подготовки / специальность

12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»
(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

«Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы»
(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир
Год 2021

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

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Методы и средства измерения параметров лазерного излучения» относится к основным обязательным дисциплинам основной профессиональной образовательной программы.

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	
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учётом специфики исследований и разработки лазерной техники, оптических материалов и лазерных технологий	ОПК-1.1. Знает современную научную картину мира, правовые основы охраны объектов исследования, 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. ОПК-1.2. Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблемы, применять актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности, выбирать и использовать адекватные	Знает современную научную картину мира, правовые основы охраны объектов исследования, 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. Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблемы, применять актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности, выбирать и использовать адекватные поставленной задаче методы её решения,	Тестовые вопросы Ситуационные задачи

	<p>поставленной задаче методы её решения, работать с записями по качеству.</p> <p>ОПК-1.3. Владеет навыками формулирования целей и задач исследований и разработок с учётом сложившихся норм и традиций научного познания мира, оценки патентоспособности технических и художественно-конструкторских решений, 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.</p>	<p>работать с записями по качеству.</p> <p>Владеет навыками формулирования целей и задач исследований и разработок с учётом сложившихся норм и традиций научного познания мира, оценки патентоспособности технических и художественно-конструкторских решений, 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.</p>	
<p>ОПК-2. 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>ОПК-2.1. Знает актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, 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> <p>ОПК-2.2. Умеет обосновывать меры по обеспечению патентной чистоты объекта техники, применять нормативную документацию, связанную с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, применять методы проведения экспериментов, оформлять результаты</p>	<p>Знает актуальную нормативную документацию в области профессиональной деятельности, методы и средства планирования и организации исследований и разработок, 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> <p>Умеет обосновывать меры по обеспечению патентной чистоты объекта техники, 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</p>	<p>Тестовые вопросы Ситуационные задачи</p>

	<p>научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, в том числе на иностранном языке, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности в области оптических и лазерных исследований.</p> <p>ОПК-2.3. Владеет навыками оформления отчёта о патентных исследованиях, составления планов проведения исследований и разработок, организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, в том числе на иностранном языке, навыками сбора, обработки, анализа и обобщения и представления научных данных, результатов экспериментов и наблюдений</p>	<p>иностранном языке, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности в области оптических и лазерных исследований.</p> <p>Владеет навыками оформления отчёта о патентных исследованиях, составления планов проведения исследований и разработок, организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, в том числе на иностранном языке, навыками сбора, обработки, анализа и обобщения и представления научных данных, результатов экспериментов и наблюдений</p>	
<p>ПК-2. Способен проводить теоретические и экспериментальные исследования лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем</p>	<p>ПК-2.1. Знает методы и средства теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности с учётом требований безопасности.</p> <p>ПК-2.2. Умеет проводить теоретические и экспериментальные исследования в области лазерной техники и лазерных технологий.</p> <p>ПК-2.3. Владеет навыками целенаправленного планирования, проведения математических и физических экспериментов в области профессиональной деятельности и анализа их результатов, в том числе с использованием средств автоматизации.</p>	<p>Знает методы и средства измерений параметров лазерного излучения; методы математического моделирования в области профессиональной деятельности; требования безопасности при проведении экспериментальных исследований лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем;</p> <p>Умеет измерять параметры лазерного излучения; участвовать в теоретических и экспериментальных исследованиях в области лазерной техники и лазерных технологий; Владеет навыками целенаправленного планирования экспериментов; проведения математических и физических</p>	<p>Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание</p>

		экспериментов в области профессиональной деятельности и анализа их результатов;	
--	--	---	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 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	Общие понятия оптико-электронных приборов. Лазерные источники излучения и их классификация	1	1	2	-	4		8	
2	Общие понятия приемников излучения и их классификация	1	3-6	4	-	12		18	1-й рейтинг-контроль
3	Параметры и характеристики приемников излучения	1	7-13	8	-	16		18	2-й рейтинг-контроль
4	Средства измерения для проведения оптических измерений	1	14-18	4	-	4		10	3-й рейтинг-контроль
Всего за 1 семестр:		-	-	18	-	36		54	экзамен (36ч)
Наличие в дисциплине КП/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		-	-	18	-	36		54	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. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Контрольные вопросы рейтинг-контроль 1:

1. Принцип действия тепловых приемников излучения.
2. Принцип действия пирозлектрических и фотоэлектрических приемников излучения.
3. Перечислите основные преимущества и недостатки тепловых, пирозлектрических 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

5.2. Промежуточная аттестация

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.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

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.
5. Матричные фотоприемники с зарядовой связью (доклад-реферат)
6. Опишите принцип работы приборов с зарядовой связью.
7. Перечислите основные группы характеристик ПЗС.
8. Как время экспозиции камеры влияет на пороговое значение мощности регистрируемого излучения?
9. Оценка расходимости лазерного излучения при помощи матричного фотоприемника с зарядовой связью(доклад-реферат)
10. Два основных метода измерения расходимости лазерного излучения.
11. На чем основан принцип измерения диаметра пучка лазерного излучения при помощи матричных фотоприемников

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 электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
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
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	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927528448.html
Дополнительная литература		
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	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 университет, 2017. — 435 с. — ISBN 978-5-7782-3325-6.	2017	http://www.iprbookshop.ru/91497.html
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

6.2. 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#>

6.3. 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/>

7. 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 зав.баз.каф. ЛСиК Антипов А.А. _____
(должность, ФИО, подпись)

Рецензент
Генеральный директор ООО «ВладИнТех» _____ А.В. Осипов
(место работы, должность, ФИО, подпись)

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 12.04.05
Протокол №1 от 30.08.2021 года
Председатель комиссии _____ С.М. Аракелян
(ФИО, должность, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20²² / 20²³ учебный года
Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.2021 года
Заведующий кафедрой _____ С.И. Абрамкин

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года
Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года
Заведующий кафедрой _____