

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



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

#### 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
<b>Основная литература*</b>			
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		<a href="http://www.studntlibrary.ru/book/ISBN9785906953506.html">http://www.studntlibrary.ru/book/ISBN9785906953506.html</a>
4. Ишанин, Г. Г. Ишанин, В. П. Челибанов Приемники оптического излучения: учебник / Г. Г.; ред. В. В. Коротаев. - 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 : <a href="http://www.studntlibrary.ru/book/ISBN9785927528448.html">http://www.studntlibrary.ru/book/ISBN9785927528448.html</a>
<b>Дополнительная литература</b>			
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: <a href="http://www.iprbookshop.ru/31659.html">http://www.iprbookshop.ru/31659.html</a>
Жмудь, В. А. Электронные системы для прецизионного управления лазерным излучением : учебное пособие / В. А. Жмудь. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический			URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/91497.html">http://www.iprbookshop.ru/91497.html</a>

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		<a href="http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&amp;base=OTN&amp;n=259#05406881850882603">http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&amp;base=OTN&amp;n=259#05406881850882603</a>
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 \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

---

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 \_\_\_\_\_

---

