

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УМР

А.А.Панфилов

« 13 » 10 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Приемники оптического излучения»
 (НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции , час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
6	3/108	18	-	36	54	зачет

Владимир 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина "Приемники оптического излучения" относится к базисным дисциплинам содержания образовательных программ по направлению подготовки "Лазерная техника и лазерные технологии".

Цель изучения дисциплины - освоение обучающимися теоретических и практических основ фотометрии и физических принципов работы приемников излучения, используемых в лазерном эксперименте.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Приемники оптического излучения» относится к обязательным дисциплинам вариативной части ОПОП. Изучение дисциплины проходит в шестом семестре.

Дисциплина базируется на математическом аппарате дифференциального и интегрального исчисления, теоретических основах геометрической и физической оптики. Полученные студентами знания необходимы для усвоения курсов, связанных с методами оптических измерений и экспериментальных исследований в различных областях науки и техники.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) **знать:** -

Физические величины, характеризующие излучение. Энергетические и световые единицы измерений (ПК-4).

- Основные типы источников излучения, использующихся в физическом эксперименте (ПК-4).

- Структурные схемы средств измерений. Физические принципы работы и основные характеристики первичных измерительных преобразователей (ПК-5).

2) **уметь:**

- использовать нормативные правовые документы в своей деятельности (ОПК-4);

- проводить настройку приемников оптического излучения в лабораторных условиях (ПК-4);

3) владеть:

- способностью учитывать современные тенденции развития лазерных технологий (ОПК-4);

- способностью обрабатывать и анализировать научно-техническую информацию по тематике исследования (ОПК-6);

- способностью к анализу и расчёту выходного сигнала приемников оптического излучения (ПК-5).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 ЗЕТ, 108 часов.

№ п / п	Раздел (тема) 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 (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1.	Характеристики светового потока	6	1-2	2	-	-	6	-	8	-	3/37%	Рейтинг-контроль №1
2.	Тепловые приемники излучения	6	3-8	6	-	-	12	-	18	-	7/38%	Рейтинг-контроль №2
3.	Фотонные приемники излучения	6	9-18	10	-	-	18	-	28	-	11/39%	Рейтинг-контроль №3
Всего:		6	18	18	-	-	36	-	54	-	21/38%	зачет

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЛЕКЦИИ

1. Характеристики светового потока.

- 1.1. Физические величины, характеризующие излучение. Поток излучения, светимость, яркость, освещенность поверхности. Энергетические и световые единицы измерений. Относительная спектральная чувствительность среднего человеческого глаза.
2. Приемники излучения.
 - 2.1. Структурная схема средств измерений. Первичные измерительные преобразователи, приемный элемент, чувствительный элемент. Физические принципы работы первичных измерительных преобразователей.
 - 2.2. Тепловые приемники излучения. Калориметры. Болометры. Пироприемники. Назначение, принципы работы, технические характеристики.
 - 2.3. Физические принципы работы и основные технические характеристики фотоэлектрических приемников излучения.
 - 2.4. Фотоэлементы, фотоэлектронные умножители. Фотодиоды, фоторезисторы.
 - 2.5. Физические принципы работы приборов с зарядовой связью. МОП - емкость, зарядовая связь, сдвиговый регистр. Основные технические характеристики.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

1. Измерение освещенности поверхности.
2. Измерение светимости источников излучения.
3. Рейтинг - контроль №1.
4. Измерение чувствительности и постоянной времени калориметров.
5. Измерение чувствительности и постоянной времени болометров
6. Рейтинг - контроль №2.
7. Измерение чувствительности и постоянной времени фотоэлементов.
8. Измерение чувствительности и постоянной времени фотодиодов, фоторезисторов.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.

1. лекционно-семинарская система обучения (традиционные лекционные и лабораторные занятия);
2. обучение в малых группах (выполнение лабораторных работ в группах из двух или трёх человек);
3. применение мультимедиа технологий (проведение лекционных и семинарских занятий с применением компьютерных презентаций и демонстрационных роликов с помощью проектора или ЭВМ);
4. информационно-коммуникационные технологии (применение информационных технологий для мониторинга текущей успеваемости студентов и контроля знаний);

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

а) Вопросы рейтинг-контроля:

Рейтинг-контроль 1

1. Найти с помощью кривой относительной спектральной чувствительности глаза:
 - а) поток энергии, соответствующий световому потоку 1,0 лм и длиной волны 0,45 мкм;
 - б) световой поток, приходящийся на интервал длин волн от 0,45 до 0,48 мкм если соответствующий поток энергии равен 5 мВт, причем последний распределен равномерно по всем длинам волн этого интервала. Считать, что в данном спектральном интервале функция $V(\lambda)$ линейная.
2. Найти светимость поверхности, яркость которой зависит от направления как $B = B_0 \cos(\nu)$, где ν – угол между направлением излучения и нормалью к поверхности.
3. Равномерно светящийся купол, имеющий вид полусферы, опирается на горизонтальную поверхность. Определить освещенность в центре этой поверхности, если яркость купола равна B и не зависит от направления.

Рейтинг-контроль 2

1. Ламбертовский источник имеет вид бесконечной плоскости. Его яркость равна B . Найти освещенность площадки, расположенной параллельно данному источнику.
2. Небольшой светильник, имеющий вид равномерно светящейся сферы радиуса $R = 6,0$ см, находится на расстоянии $h = 3,0$ м от пола. Яркость светильника $B = 2 \cdot 10^4$ кд/м² и не зависит от направления. Найти освещенность пола непосредственно под светильником.
3. Для измерения энергии импульсов излучения используется калориметр, приемным элементом (ПЭ) которого служит медный конус массой 6 г, покрытый закисью меди. Удельная теплоемкость меди 410 Дж/(кг·К). Чувствительным элементом калориметра является батарея из 2000 медь-константановых термопар, дифференциальная термо-ЭДС одной термопары 50 мкВ/К. Холодные спаи термопар имеют температуру, равную температуре окружающей среды. Диаметр проволочек 100 мкм, длина 5 мм. Считая, что основным механизмом теплообмена ПЭ является теплоотвод путем теплопроводности через батарею термопар (коэффициент теплопроводности 390 Вт/(м·К)), определите:
 1. постоянную времени калориметра;
 2. чувствительность калориметра;
 3. нижний предел измерений энергии при шуме 10 мкВ.

Рейтинг-контроль 3

1. Для измерения мощности непрерывного излучения используется болометр, приемным элементом (ПЭ) которого служит никелевая пленка размером 1 см×1 см толщиной 0,2 мкм, нанесенная на стеклянную подложку толщиной 1 мм. Удельная теплоемкость никеля 410 Дж/(кг·К), плотность никеля 8,9 г/см³, коэффициент поглощения излучения 0,6, коэффициент теплопроводности стекла 0,74 Вт/(м·К), удельное сопротивление никеля 10⁻⁷ Ом·м, температурный коэффициент сопротивления 0,005 К⁻¹. Тыльная сторона подложки поддерживается при температуре 300 К. Считая, что основным механизмом теплообмена ПЭ явля-

ется теплоотвод путем теплопроводности через стеклянную подложку, и не учитывая электротепловую связь, определите:

1. постоянную времени болометра;
2. омическую [Ом/Вт] чувствительность болометра;
3. максимальное изменение температуры пленки при измерении излучения мощностью 1 Вт.

2. Для измерения энергии импульсов и средней мощности излучения импульсно-периодических лазеров используется тепловой приемник излучения, приемный элемент которого имеет теплоемкость $2 \cdot 10^{-5}$ Дж/К и эффективный коэффициент теплообмена $0,7 \cdot 10^{-2}$ Вт/К. Определите минимальную температуру приемного элемента при измерении параметров

1. лазера на парах меди (энергия импульса 0,1 мДж, длительность импульса 10 нс, частота повторения импульсов 10 кГц);

2. неодимового лазера (кристалл ИАГ с Nd) с модулированной добротностью (энергия импульса 100 мДж, длительность импульса 15 нс, частота повторения импульсов 25 Гц).

3. Температура окружающей среды $T_0 = 300$ К. Коэффициент поглощения излучения приемным элементом в видимой области спектра 0,6, в ближней инфракрасной - 0,7.

б) Вопросы для зачёта:

1. Основные характеристики тепловых приемников излучения.
2. Физические принципы работы и основные характеристики калориметров.
3. Физические принципы работы и основные характеристики болометров.
4. Физические принципы работы и основные характеристики пирометров.
5. Физические принципы работы термоэлементов.
6. Метод электрического замещения.
7. Электротепловая связь.
8. Фотоэлектрические приемники излучения. Основные характеристики.
9. Физические принципы работы и основные характеристики фотоэлементов.

10. Физические принципы работы и основные характеристики ФЭУ.
11. Физические принципы работы и основные характеристики фоторезисторов и фотодиодов.
12. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью.
13. МОП – емкость.
14. Зарядовая связь. Сдвиговой регистр.

в) Вопросы для проверки самостоятельной работы:

1. Чем определяется быстродействие фотоэлементов?
2. Чем определяется чувствительность фотоэлементов?
3. Какие из фотоэлектрических приемников обладают наибольшей чувствительностью в инфракрасной области спектра?
4. Расположите фотоэлектрические приемники (фотоэлементы, ФЭУ, фотодиоды, фоторезисторы) в порядке возрастания быстродействия.
5. Что означает термин «неэффективность переноса» для фоточувствительных приборов с зарядовой связью?

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

а) основная литература:

1. Г.Г.Ишанин, В.П.Челибанов «Приемники оптического излучения. учебник». Издательство Лань, 2014. –304 с. ISBN 978-5-8114-1048-4. ID: 3931642. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=53675
2. Якушенков, Ю. Г. Основы оптико-электронного приборостроения [Электронный ресурс] : учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. / Ю. Г. Якушенков. – М. : Логос, 2013. – 376с . <http://znanium.com/bookread2.php?book=469671>
3. Андреев А. Н., Гаврилов Е. В., Ишанин Г. Г. и др. Оптические измерения: учебное пособие. М.: Университетская книга: Логос, 2012. — 416 с. <http://znanium.com/bookread2.php?book=469178>.

б) дополнительная литература:

1. Тарасов В.В., Якушенков Ю.Г. Двух- и многодиапазонные системы с матричными приемниками излучения. – М.: Логос.2007- 192 с.

<http://znanium.com/bookread2.php?book=469116>.

2. Аверин А.П. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине "Лазерные технологии" / А. П. Аверин, Е. Л. Шаманская ; (ВлГУ), 2007 .— 60 с.

<http://e.lib.vlsu.ru/handle/123456789/1160>.

3. Таксанц М.В. Энергетические параметры и характеристики лазерного излучения [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Измерение и контроль параметров лазерного излучения»/ Таксанц М.В., Майоров Л.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2014.— 54 с.

<http://www.iprbookshop.ru/31659>. ЭБС «IPRbooks», по паролю.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные аудитории, оснащённые доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком (420-3, 430-3). Учебно-научная лаборатория лазерной диагностики (104-3), учебно-научная лаборатория фемтосекундной лазерной техники (107-3). Аудитории для проведения занятий, оснащённые современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным и прикладным программным обеспечением (511-3, 100-3).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями
ФГОС ВО по направлению 12.03.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»

Рабочую программу составил
доцент кафедры ФиПМ


Заякин А.А.
(ФИО, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя)

Мех. служба ФКП "ГЛП" Радуга" КФМН  Логсенко С.Л.
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _____

Протокол № 29 от 13.10.15 года

Заведующий кафедрой _____


(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической ко-
миссии направления

12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Протокол № 29 от 13.10.15 года

Председатель комиссии _____


(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ С.М.Аракелян

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ С.М.Аракелян

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ С.М.Аракелян