

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии



Овчинников О.В.

подпись

14.06.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.01.02 Прикладная оптика

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

2. Профиль подготовки/специализация: Материалы и устройства фотоники и оптоинформатики

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: оптики и спектроскопии

6. Составители программы: Гревцева Ирина Геннадьевна, к. ф.-м. н., доцент

7. Рекомендована: НМС физического факультета, протокол №6 от 13.06.2024

8. Учебный год: 2024-2025

Семестр(ы): 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: формирование профессиональной компетенции в области основ технической оптики, принципов расчета сложных оптических систем, применяемых в различных устройствах оптоэлектроники и фотоники.

Задачи учебной дисциплины:

- познакомить студентов с современными проблемами, стратегиями в области расчета, проектирования, центрировки и контроля параметров сложных оптических систем, применяемых при создании устройств оптоэлектроники и фотоники;

- освоить методы сборки, юстировки и настройки таких оптических систем и измерения их основных характеристик.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.1), блок Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК – 1	Способен анализировать научно-технические проблемы и ставить цели и задач проводимых научных исследований на основе подбора и изучения литературных и патентных источников	ПК – 1.1.	Составляет план поиска научно-технической информации по созданию материалов и разработке устройств фотоники	Знать: основные физические процессы, явления и закономерности, лежащие в основе работы спектральных приборов; Уметь: строить модели планируемых наблюдений с оценкой эффективности использования спектрального оборудования с заданными параметрами. Владеть: представлением об основных областях применения, тенденциях и направлениях развития оптических технологий.
		ПК – 1.2.	Проводит поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по созданию материалов и разработке устройств фотоники	Знать: конструкции, параметры и характеристики приборов и устройств нанопотоники и методы их моделирования; Уметь: проводить информационный поиск в рамках поставленной научно-исследовательской задачи, планировать и осуществлять экспериментальные и теоретические исследования в области оптоэлектроники; Владеть: навыками обобщения и систематизированного представления информации

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3 ЗЕТ / 108 ч.

Форма промежуточной аттестации: зачёт с оценкой.

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ 2
Аудиторные занятия	32	32
в том числе:	лекции	32
	практические	
	лабораторные	
Самостоятельная работа	76	76
в том числе: курсовая работа (проект)		
Форма промежуточной аттестации <i>Зачет с оценкой</i>		
Итого:	108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1	Введение. Предмет и задачи курса "Прикладная оптика"	Введение. Предмет и задачи курса "Прикладная оптика".
2	Приближение геометрической оптики. Общий подход к расчету центрированных оптических систем	Приближение геометрической оптики. Уравнение эйконал. Понятие луча. Законы геометрической оптики. Основные правила построения изображений в оптических системах.
3	Теория идеальной оптической системы	Центрированные оптические системы. Кардинальные точки оптической системы. Построение изображений. Основные формулы идеальной оптической системы. Соединение двух оптических систем в одну с общей осью симметрии. Система преломляющих поверхностей. Расчет хода луча через систему поверхностей с осевой симметрией. Формула А. П. Дмитриева. Простая линза в воздухе и в воде.
4	Ограничение пучков лучей в оптических системах	Диафрагмы и их назначение. Апертурная диафрагма. Входной и выходной зрачки. Полевая диафрагма. Виньетирующая диафрагма.
5	Элементная база оптики и оптические системы приборов	Линзы, зеркала, плоскопараллельные пластины, клинья, призмы, световоды, линзы Френеля. Фотографические системы. Телескопические системы. Лупа и оптическая система микроскопа. Проекционные системы. Стереоскопические системы и др.
6	Основные характеристики оптических систем	Увеличение. Угловое и линейное поле оптической системы. Светосила. Освещенность изображения. Разрешающая способность.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	<i>Введение. Предмет и задачи курса "Прикладная оптика"</i>	2			8	10
2	<i>Приближение геометрической оптики. Общий подход к расчету центрированных оптических систем</i>	6			17	23
3	<i>Теория идеальной оптической системы</i>	6			17	23
4	<i>Оптика глаза</i>	6			17	23
5	<i>Элементная база оптики и оптические системы приборов</i>	6			10	20
6	<i>Основные характеристики оптических систем</i>	6			7	9
	Итого:	32			76	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- 1) Лекции. В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций
Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия
- 2) Самостоятельная работа студента. Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- 3) Подготовка к аттестации. В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения практических работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Агапов, Н. А. Прикладная оптика: учебное пособие / Н. А. Агапов. — Томск : ТПУ, 2017. — 286 с. — ISBN 978-5-4387-0791-2. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106743 (дата обращения: 01.04.2024)

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Задачник по прикладной оптике: Учебное пособие / М.И. Апенко, Л.А. Заппрягаева, И. С. Свешникова. – 2-е изд., пераб. и доп. – М.: Высшая школа., 2003. – 591 с.: ил.
2.	Семчуков, М. Н. Решение задач по прикладной оптике : учебное пособие / М. Н. Семчуков. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 108 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167625
3.	Иванова, С. Д. Прикладная оптика: учебно-методическое пособие : [12+] / С. Д. Иванова, А. Е. Штанько, Д. Д. Шемонаев. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. – 38 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=597928
4.	Артюхина, Н. К. Техническая оптика [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-38 01 02 «оптико-электронные и лазерные приборы и системы» / Артюхина Н. К. Минск : БНТУ, 2019 114 с. Книга из коллекции БНТУ - Инженерно-технические науки https://e.lanbook.com/book/248567 ISBN 978-985-550-952-4
5.	Прикладная оптика / Дубовик А. С., Апенко М. И., Дурейко Г. В. и др.: Учебное пособие для вузов. М., Недра, 1982. 612 с.
6.	Прикладная оптика. Часть 1. Введение в теорию оптических систем: Учебное пособие для вузов. – М.: МИИГАиК, 2017. – 112 с.: ил.
7.	Цуканова Г.И., Карпова Г.В., Багдасарова О.В. Прикладная оптика. Часть 1. Учебно-методическое пособие. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. – 73 с.
8.	Цуканова Г.И., Багдасарова О.В., Бахолдин А.В., Карпов В.Г., Карпова Г.В., Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Прикладная оптика». Часть 1. Учебно-методическое пособие под редакцией профессора Шехонина А.А. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2009. – 96 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
9	Электронно-библиотечная система BOOK.ru https://www.book.ru/
10	ЭБС «ПЛАТФОРМА ЮРАЙТ» – https://urait.ru/
11	ЭБС Лань – https://e.lanbook.com/
12	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») – http://www.studentlibrary.ru/
13	ЭБС «Университетская библиотека Online» – https://biblioclub.ru/
14	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" – http://rucont.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	Овчинников, Олег Владимирович, Геометрическая оптика для оптометриста : учебное пособие / О. В. Овчинников, М. С. Смирнов, Н. В. Королев ; Воронежский государственный университет Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2023 132 с. : ил. ; 20 см ISBN 978-5-9273-3641-8
2.	Прикладная физическая оптика : Учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению "Оптотехника" и специальностям "Лазер.техника и лазер. технологии", "Опт. технологии" / И.М.Нагибина, В.А.Москалев, Н.А.Полушкина, В.Л.Рудин. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Высш. шк., 2002. — 564,[1] с. : ил., табл. — ISBN 5-06-004039-9 : 108.00.
3.	Прикладная оптика : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подготовки 200200 - Оптотехника и опт. специальностям] / [Л. Г. Бебчук и др.] ; под

	<i>ред. Н. П. Заказнова .— Изд. 3-е, стер. — СПб. [и др.] : Лань, 2009 .— 311, [1] с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Указ. : с. 302-309 .— Библиогр.: с. 300-301 .— ISBN 978-5-8114-0757-6.</i>
4.	<i>Прикладная физическая оптика : Учебное пособие для студ. инженер.-физ. и опт. специальностей вузов / В.А.Москалева, И.М.Нагибина, Н.А.Полушкина и др. ; Под общ. ред. В.А.Москалевой .— СПб. : Политехника, 1995 .— 527,[1]с. : ил. — ISBN 5-7325-0010-3 : 16.00.</i>
5.	<i>Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися в магистратуре по направлению "Физика" [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие : [для студ. направления 03.03.02 Физика] / Сост.: Л.Ю. Леонова, И.Г. Гревцева ; Воронеж. гос. ун-т .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021.</i>

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (ауд. 428): специализированная мебель, ноутбук, мультимедиа-проектор, экран. WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ» 394018, г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, этаж – 4, пом. 126

Учебная аудитория (ауд. 329): специализированная мебель 394018, г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, этаж – 3, пом. 136

Учебная аудитория (ауд. 129): специализированная мебель 394018, г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, этаж – 1, пом. 141

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	<i>Введение. Предмет и задачи курса "Прикладная оптика"</i>	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	<i>Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос</i>
2	<i>Приближение геометрической оптики. Общий подход к расчету центрированных оптических систем</i>	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	<i>Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос</i>
3	<i>Теория идеальной оптической системы</i>	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	<i>Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос</i>
4	<i>Оптика глаза</i>	ПК-1 П	ПК-1.1 ПК-1.2	<i>Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос</i>
5	<i>Элементная база оптики и оптические системы приборов</i>	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	<i>Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос</i>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
6	Основные характеристики оптических систем	ПК-1	ПК-1.1 ПК-1.2	Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой				Комплект КИМ

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания и критерии их оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости осуществляется с помощью типовых самостоятельных заданий для контроля освоения дисциплины.

В случае невыполнения обучающимся самостоятельного задания преподаватель не оценивает работу обучающего выше 2 баллов (положительная оценка (3/4/5) может быть выставлена по результатам выполнения индивидуального задания).

20.2 Промежуточная аттестация

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Для оценивания результатов обучения на зачёте используются следующие показатели:

1. знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины;
2. умение использовать теоретические знания на практике при решении задач;
3. владеть основными принципам расчета сложных оптических систем, применяемых в различных устройствах оптоэлектроники и фотоники.

Зачет с оценкой

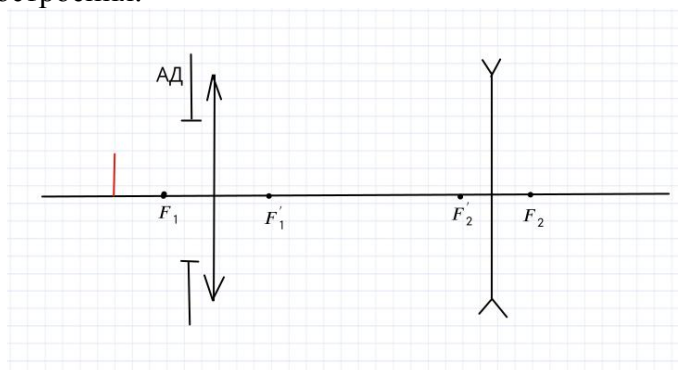
Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Посещение лекционных занятий. Успешное выполнение самостоятельных занятий. Полный ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время экзамена. Ответы на дополнительные вопросы.	Повышенный базовый и пороговый уровни	отлично
Посещение большинства лекционных занятий. Преимущественное выполнение самостоятельных заданий. Неполный ответ на контрольно – измерительный материал во время экзамена. Частичный ответ на дополнительные вопросы.	Хороший базовый и пороговый уровни	хорошо
Неполное посещение лекционных занятий. Фрагментарное выполнение самостоятельных заданий. Отсутствие или неполный ответ на основные и дополнительные вопросы.	Низкий уровень	удовлетворительно
Систематический пропуск лекционных занятий без уважительной причины. Невыполнение самостоятельных заданий. Неумение давать ответы на вопросы контрольно – измерительных материалов.	-	неудовлетворительно

Перечень типовых заданий для самостоятельной работы:

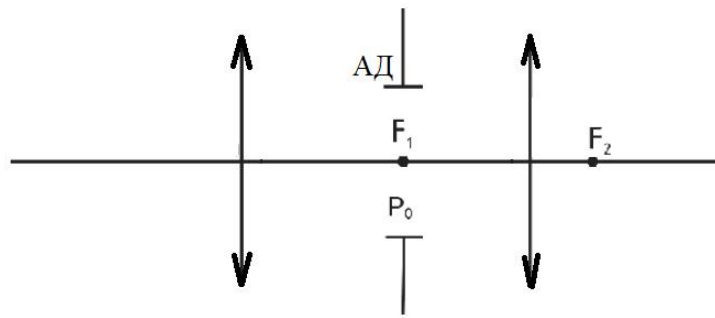
1. Определить заднее фокусное расстояние тонкого компонента, если расстояние от переднего фокуса до предмета $z=-400$ мм, от компонента до изображения $a'=100$ мм, а фокусные расстояния $-f=f'$. Зная фокусное расстояние, определить расстояние от заднего фокуса до изображения, расстояние от компонента до предмета, линейное и угловое увеличение.
2. Радиусы кривизны преломляющих поверхностей $r_1=30$ мм; $r_2=-50$ мм; расстояния между поверхностями $d=20$ мм; $n_1=n_3=1.333$ (линза помещена в воду), $n_2=1.518$. Определить f' , S_F , S_F' .
3. Рассчитать и построить кардинальные точки толстой линзы в воздухе ($n_{\text{воздуха}}=1$, $n_{\text{линзы}}=1.386$). Радиус кривизны передней поверхности линзы равен $R_1=10$ мм, а задней - $R_2=6$ мм. Толщина линзы $d=3.6$ мм.
4. Рассчитать параксиальные характеристики отдельных компонентов и склеенного объектива в соответствии с индивидуальным заданием (см. табл) по формулам идеальной оптической системы в воздухе. Сделать чертежи отдельных компонентов и склеенного объектива с указанием положения главных плоскостей и численного значения всех отрезков.

Вариант	R_1	R_2	R_3	d_1	d_2	Марка стекла 1-го компонента	Марка стекла 2-го компонента	Исходные данные
1	60.21	-44.25	-129.30	8.00	2.90	К8	ТФ1	$a'=25.0$
2	51.94	-20.51	-103.39	4.50	1.50	ТК2	Ф2	$\beta=-1.2^x$
3	67.12	-54.54	-237.90	3.50	2.00	БФ13	ТФ10	$S'=40.6$
4	36.31	-24.16	-80.54	4.00	1.50	ТК2	Ф2	$\beta=-0.7^x$
5	60.61	-49.98	-126.20	5.00	3.50	К14	ТФ3	$S'=70.1$
6	63.83	-47.53	-179.40	3.50	2.00	БК10	ТФ3	$\beta=2.0^x$
7	69.90	-30.55	-185.57	4.30	1.60	ТК2	Ф2	$S'=50.6$

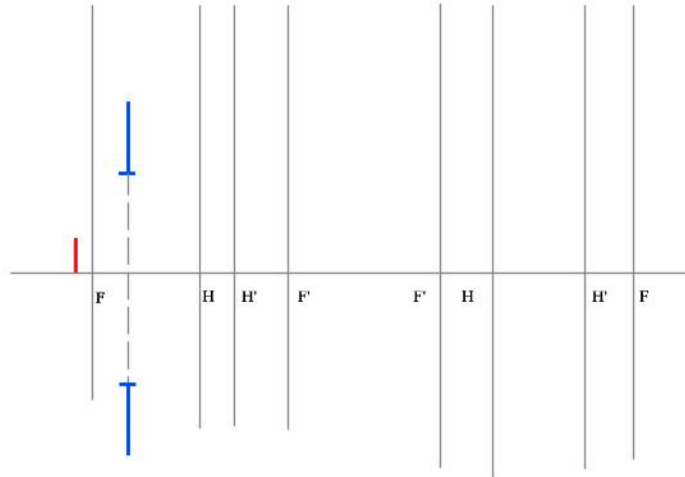
5. С помощью апертурного и главного лучей в системе определить положение выходного зрачка с помощью построения.



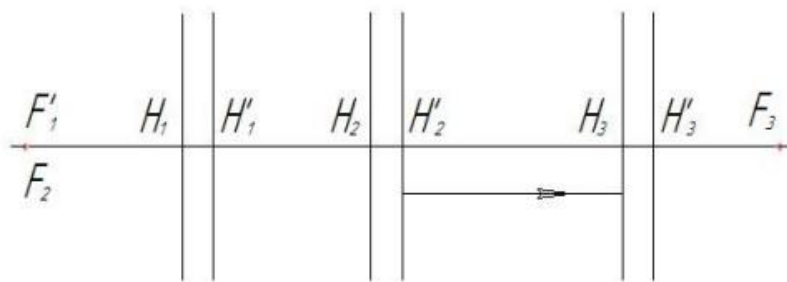
6. Графически определить положение входного и выходного зрачков апертурной диафрагмы.



7. С помощью апертурного и главного лучей в системе определить положение выходного зрачка с помощью построения.



8. Перед выпуклой поверхностью стеклянной выпукло-плоской линзы толщины $d = 9$ см находится предмет. Его изображение образуется на плоской поверхности линзы, которая служит экраном. Определить линейное увеличение, если радиус кривизны выпуклой поверхности линзы $R = 2.5$ см.
9. Построить ход луча через оптическую систему, заданную главными плоскостями и фокусами компонентов, если известен ход луча между вторым и третьим компонентом.



Перечень вопросов к зачету с оценкой:

1. Приближение геометрической оптики.
2. Уравнение эйконала. Понятие луча.
3. Принцип Ферма и основные законы геометрической оптики.
4. Распространение света в неоднородных средах с плавно изменяющимся показателем преломления. Два предельных случая.
5. Основные правила построения изображений в оптических системах. Правила знаков.

6. Расположение кардинальных точек и основных отрезков с учетом правил знаков в толстой линзе.
7. Основные уравнения оптических систем. Формула Ньютона. Формула Гаусса.
8. Уравнение Лагранжа – Гельмгольца.
9. Связь углового увеличения оптической системы с его линейным увеличением.
10. Главные и узловые плоскости толстой линзы. Их основные свойства.
11. Связь продольного увеличения с линейным и угловым увеличениями.
12. Апертурная диафрагма. Входной и выходной зрачки.
13. Полевая диафрагма.
14. Виньетирующая диафрагма.
15. Назначение, основные характеристики фотообъектива; глубина изображаемого пространства (геометрическая, дифракционная).
16. Принцип работы и основные характеристики лупы; глубина изображаемого пространства (геометрическая, аккомодационная, дифракционная); основные типы луп.
17. Принцип работы и основные характеристики микроскопа; глубина изображаемого пространства (геометрическая, аккомодационная, дифракционная); осветительная система микроскопа; объективы и окуляры микроскопа.
18. Телескопические системы. Телескопы Кеплера и Галилея. Принцип работы и основные характеристики телескопических систем; увеличение и разрешающая способность; нормальное увеличение; объективы и окуляры зрительных труб. Оборачивающие системы зрительных труб. Линзовые оборачивающие системы.
19. Линзы, зеркала, плоскопараллельные пластины, клинья, призмы, световоды, линзы Френеля.
20. Осветительные оптические системы; проекционные оптические системы (эпископы, диаскопы); мультимедиапроектор.
21. Диафрагмы, зрачки и люки оптических систем.