МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Факультет оптического приборостроения
Кафедра прикладной оптики

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»
Проректор
А. Л. Степанченко
16 февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА
«Б1.О.17.01 ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА»

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 12.03.02 Оптотехника

Направленность(профиль) подготовки: Оптико-электронные приборы и системы

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 5 з.е.
в академических часах: 180 ак.ч.

Москва, 2024

Разработчики:

Преподаватель кафедры Прикладной оптики Пугачёв И. В.

Преподаватель кафедры Прикладной оптики Мотичева А. Д.

Заведующий кафедрой Прикладной оптики, к.н., доцент Филонов А. С.

Старший преподаватель кафедры Прикладной оптики Успун-оол Д. О.

Старший преподаватель кафедры Прикладной оптики Понин О. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.02 Оптотехника, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.02.0017 № 948

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	15.02.2024, № 2/23-24

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

3. Место дисциплины в структуре ОП

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

5. Содержание дисциплины
   5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
   5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8. Порядок проведения промежуточной аттестации

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
   9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
   9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
   9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
   9.4. Оборудование и технические средства обучения

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - получение обучающимися теоретических знаний по математическим основам оптики и обеспечить получение практических навыков по базовым разделам геометрической оптики, необходимых для дальнейшего изучения дисциплин оптического цикла.

Задачи изучения дисциплины:

- освоение обучающимися компетенций в разделе физики, связанном с представлением электромагнитного излучения оптического диапазона в виде геометрических лучей (нормалей к волновым поверхностям)..

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники и лазерной техники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК-3.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оптотехники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования

Знать:

ПК-3.1/Зн8 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-3.1/Зн10 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Уметь:

ПК-3.1/Ум9 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и онструировании оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов

ПК-3.1/Ум14 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Владеть:

ПК-3.1/Нв6 Графическим построением хода геометрических лучей в оптических системах для определения положения и размера изображения, зрачков, световых диаметров компонентов

ПК-3.1/Нв9 Графическим построением хода геометрических лучей в оптических системах для определения положения и размера изображения, зрачков, световых диаметров компонентов.

ПК-3.2 Рассчитывает, визуализирует и моделирует действие оптических элементов и систем с использованием специализированного программного обеспечения, обрабатывает и анализирует результаты расчета с использованием специализированного программного обеспечения

Знать:

ПК-3.2/Зн6 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-3.2/Зн11 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Уметь:

ПК-3.2/Ум4 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота.

ПК-3.2/Ум5 Работать с базами данных и источниками информации

ПК-3.2/Ум11 Рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях Работать с базами данных и источниками информации.

Владеть:

ПК-3.2/Нв6 Методикой габаритного расчета оптических систем.

ПК-3.2/Нв7 Основами энергетического расчета оптических, оптико-электронных и лазерных приборов и комплексов.

ПК-3.2/Нв9 Методикой габаритного расчета оптических систем. Основами энергетического расчета оптических, оптико-электронных и лазерных приборов и комплексов.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.17.01 «Геометрическая оптика» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 1, 2.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
1 семестр	72	2	17	17	38	Зачет
2 семестр	108	3	17	34	21	Курсовая работа Экзамен (36)
Всего	180	5	34	51	59	36

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы		онные занятия	тические занятия	оятельная работа	уемые результаты ия, соотнесенные с атами освоения ммы

	Всего	Лекцис	Практи	Самост	Планир обучен результ програм
Раздел 1. Общие положения и законы геометрической оптики	**12**	**4**	**4**	**4**	ПК-3.1 ПК-3.2
Тема 1.1. Геометрическая оптика как простейшая математическая модель оптического излучения	6	2	2	2	
Тема 1.2. Законы геометрической оптики	6	2	2	2	
Раздел 2. Теория идеальной оптической системы	**22**	**5**	**5**	**12**	ПК-3.1 ПК-3.2
Тема 2.1. Идеальная оптическая система	8	2	2	4	
Тема 2.2. Оптические системы из нескольких компонентов	14	3	3	8	
Раздел 3. Ограничение пучков лучей в типовых оптических системах	**38**	**8**	**8**	**22**	ПК-3.1 ПК-3.2
Тема 3.1. Диафрагмы в оптических системах	10	2	2	6	
Тема 3.2. Оптические системы из двух компонентов	18	4	4	10	
Тема 3.3. Компоненты оптических систем	10	2	2	6	
Раздел 4. Оптика параксиальных лучей	**40**	**9**	**18**	**13**	ПК-3.1 ПК-3.2
Тема 4.1. Расчет хода параксиальных лучей через оптические системы	23	5	10	8	
Тема 4.2. Линзы и сферические зеркала	17	4	8	5	
Раздел 5. Потери энергии в оптических системах	**16**	**4**	**8**	**4**	ПК-3.1 ПК-3.2
Тема 5.1. Основы энергетических расчетов	16	4	8	4	
Раздел 6. Образование совершенных изображений	**16**	**4**	**8**	**4**	ПК-3.1 ПК-3.2
Тема 6.1. Условия образования идеального изображения	16	4	8	4	
Итого	**144**	**34**	**51**	**59**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Общие положения и законы геометрической оптики

Тема 1.1. Геометрическая оптика как простейшая математическая модель оптического излучения

Лекция № 1. Оптическое излучение, его свойства, основные понятия геометрической оптики.
Практическое занятие № 1. Основные теоремы геометрической оптики. Закон отражения.

Тема 1.2. Законы геометрической оптики

Лекция № 2. Основные законы геометрической оптики. Правила обозначений и знаков. Оптические материалы.
Практическое занятие № 2. Построение и расчет хода луча через преломляющую поверхность.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 2. Теория идеальной оптической системы

Тема 2.1. Идеальная оптическая система

Лекция № 3. Свойства идеальной оптической системы. Кардинальные элементы. Тонкие линзы и компоненты. Оптическая сила.
Практическое занятие № 3. Построение изображения отрезка, перпендикулярного оптической оси.
Практическое занятие № 4. Построение изображения точки на оптической оси.
Лекция № 4. Определение положения изображения по формулам Ньютона и Гаусса. Увеличения идеальной оптической системы.
Практическое занятие № 5. Графическое и аналитическое (по формулам Ньютона и Гаусса) определение положения и размера изображения.
Практическое занятие № 6. Графическое и аналитическое определение положения и размера изображения в системах из двух тонких линз.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Тема 2.2. Оптические системы из нескольких компонентов

Лекция№ 5. Двухкомпонентные системы, оптический интервал. Кардинальные элементы. Телеобъектив.
Практическое занятие № 7. Графическое определение кардинальных элементов в системах из двух тонких линз.
Практическое занятие № 8. Расчет хода лучей по формулам произвольных тангенсов через систему из нескольких компонентов.

Раздел 3. Ограничение пучков лучей в типовых оптических системах

Тема 3.1. Диафрагмы в оптических системах

Лекция № 6. Апертурная диафрагма, входной и выходной зрачки. Числовая апертура. Относительное отверстие. Полевая диафрагма. Угловое и линейное поле. Полевой пучок лучей. Виньетирование. Виньетирующая диафрагма.
Практическое занятие № 9. Графическое и аналитическое определение положения и размеров входного и выходного зрачков.
Практическое занятие № 10. Построение хода апертурного и главного луча. Расчет числовой апертуры. Определение глубины резкости и глубины резко изображаемого пространства.
Практическое занятие № 11. Графическое и аналитическое определение положения и размера полевой диафрагмы, углового и линейного поля.
Практическое занятие № 12. Построение хода полевого пучка лучей. Определение световых диаметров компонентов расчетом хода полевого пучка лучей.

Тема 3.2. Оптические системы из двух компонентов

Лекция № 7. Телескопические системы. Оптические системы визирного и отсчетного микроскопов. Телецентрический ход главных лучей в отсчетном микроскопе. Параллакс. Погрешность параллакса.
Практическое занятие № 13. Графическое и аналитическое определение диаметра полевой диафрагмы, положения и диаметров входного и выходного зрачков в телескопических системах.
Практическое занятие № 14. Графическое и аналитическое определение диаметра полевой диафрагмы, положения и диаметров входного и выходного зрачков в оптических системах микроскопов.
Практическое занятие № 15. Решение задач на ограничение пучков лучей в типовых оптических системах.
Практическое занятие № 16 Контрольная работа на построение изображения и зрачков в системе из двух тонких компонентов.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Тема 3.3. Компоненты оптических систем

Лекция № 8. Объектив, основные характеристики. Коллиматорный объектив. Схематический глаз. Аккомодация и адаптация глаза. Угловое разрешение. Расстояние наилучшего видения. Лупа (окуляр).
Практическое занятие № 17. Решение задач на определение основных характеристик объективов и окуляров.

Раздел 4. Оптика параксиальных лучей

Тема 4.1. Расчет хода параксиальных лучей через оптические системы

Лекция № 9. Ход действительного луча через сферическую преломляющую поверхность. Инвариант Аббе. Параксиальные лучи. Уравнение параксиального луча.
Практическое занятие № 18. Выдача задания на курсовую работу. Выполнение первого и второго разделов курсовой работы.
Практическое занятие № 19. Уравнение параксиального луча в углах и высотах. Расчет хода параксиального луча через оптическую систему.
Практическое занятие № 20. Определение положения изображения и линейного увеличения расчетом хода первого параксиального луча.
Лекция № 10. Инварианты в параксиальной области. Фокусные расстояния сферической преломляющей поверхности. Нулевые лучи. Первый и второй параксиальные лучи.
Практическое занятие № 21. Определение кардинальных элементов расчетом хода параксиального луча.
Практическое занятие № 22. Определение положения зрачков и линейного увеличения в зрачках расчетом хода второго параксиального луча.

Тема 4.2. Линзы и сферические зеркала

Лекция № 11. Линзы конечной толщины, параметры линз. Виды линз. Кардинальные элементы. Сферические зеркала.
Практическое занятие № 23. Построение изображения в сферических зеркалах. Расчет хода первого и второго параксиального луча.
Практическое занятие № 24. Переход от тонких линз к линзам конечной толщины. Определение толщины линзы.
Практическое занятие № 25. Определение положения изображения и зрачков в оптической системе из двух линз конечной толщины.
Практическое занятие № 26. Проверка выполнения и защита курсовой работы.

Раздел 5. Потери энергии в оптических системах

Тема 5.1. Основы энергетических расчетов

Лекция № 12.
Энергетические величины и единицы их измерения. Закон освещенности от точечного источника. Закон Ламберта. Соотношение между светимостью и яркостью.
Лекция № 13.
Светотехнические (фотометрические) величины и единицы их измерения. Спектральная чувствительность глаза. Прохождение излучения через оптические системы. Коэффициенты пропускания, отражения и поглощения.
Практическое занятие № 27. Расчет коэффициента пропускания через оптическую систему из двух компонентов.
Лекция № 14.
Световые трубки. Физический луч. Инвариант световой трубки. Инвариант Штраубеля. Оптическая система как световая трубка. Инвариант Лагранжа – Гельмгольца.
Лекция № 15.
Поток излучения, проходящий через оптическую систему. Освещенность изображения в центре и на краю поля. Светосила.
Практическое занятие № 28. Расчет освещенности изображения в центре и на краю поля.

Раздел 6. Образование совершенных изображений

Тема 6.1. Условия образования идеального изображения

Лекция № 16. Принцип Ферма. Оптическая длина пути. Образования идеального изображения точки и отрезков. Закон косинусов. Условие Гершеля. Условие синусов Аббе.
Практическое занятие № 29. Анаберрационные преломляющие и отражающие поверхности.

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:
- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет, 1 семестр.

При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может задавать от 1-5 дополнительных вопросов.

Промежуточная аттестация: Курсовая работа, 2 семестр.

При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может задавать от 1-5 дополнительных вопросов.

Промежуточная аттестация: Экзамен, 2 семестр.

При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может задавать от 1-5 дополнительных вопросов.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Общие положения и законы геометрической оптики

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Тема 1.2. Законы геометрической оптики

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Основные законы геометрической оптики. Явление полного внутреннего отражения.

Раздел 2. Теория идеальной оптической системы

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Тема 2.1. Идеальная оптическая система

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Двухкомпонентные системы: кардинальные элементы, оптический интервал, оптическая сила.

Раздел 3. Ограничение пучков лучей в типовых оптических системах

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Тема 3.2. Оптические системы из двух компонентов

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Частные случаи двухкомпонентных систем: телеобъектив, телескопические системы Кеплера и Галилея, оптическая система микроскопа.

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

1 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Вопросы/Задания:

1. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в 1-м семестре

1. Оптическое излучение, его основные свойства и характеристики. Основные понятия геометрической оптики. Связь между волновой и геометрической оптикой.
2. Основные законы геометрической оптики. Явление полного внутреннего отражения.
3. Центрированные оптические системы, конструктивные элементы, координаты луча. Правила обозначений и знаков. Оптические материалы.
4. Идеальная оптическая система и ее свойства. Линейное увеличение. Кардинальные элементы оптической системы.
5. Свойства главных и фокальных плоскостей. Построение изображения в идеальной оптической системе.
6. Бесконечно тонкие линзы и компоненты. Оптическая сила.
7. Формулы Ньютона, Гаусса и произвольных тангенсов для сопряженных точек и отрезков.
8. Увеличения идеальной оптической системы. Узловые точки и плоскости. Связь между увеличениями.
9. Расчет хода луча по формулам произвольных тангенсов в оптической системе из нескольких тонких компонентов.
10. Двухкомпонентные системы: кардинальные элементы, оптический интервал, оптическая сила.
11. Частные случаи двухкомпонентных систем: телеобъектив, телескопические системы Кеплера и Галилея, оптическая система микроскопа.
12. Типы диафрагм. Апертурная диафрагма, входной и выходной зрачки. Апертурный луч. Относительное отверстие и числовая апертура.
13. Полевая диафрагма. Угловые и линейные поля. Полевой пучок лучей. Телецентрический ход главных лучей.
14. Виньетирование, виньетирующая диафрагма.
15. Глубина резко изображаемого пространства, глубина резкости.
16. Определение световых диаметров компонентов расчетом хода лучей.
17. Глаз как оптическая система. Строение глаза. Схематический глаз, его параметры и характеристики.
18. Фотографический объектив и его характеристики. Коллиматорный объектив. Ограничение пучков лучей.
19. Лупа (окуляр). Линейное поле, видимое увеличение лупы. Ограничение пучков лучей.
20. Зрительная труба Кеплера, видимое увеличение. Ограничение пучков лучей.
21. Оптическая система визирного микроскопа. Ограничение пучков лучей.
22. Телецентрический ход главных лучей в отсчетном микроскопе. Параллакс, погрешность параллакса

2 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Вопросы/Задания:

1. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию во 2-м семестре

1. Ход луча через сферическую преломляющую поверхность.
2. Параксиальные лучи. Уравнение параксиального луча.
3. Инварианты в параксиальной области.
4. Фокусные расстояния преломляющей поверхности.
5. Вспомогательные параксиальные (нулевые) лучи.
6. Первый и второй параксиальные лучи.
7. Линзы конечной толщины, параметры линз. Виды линз. Кардинальные элементы.
8. Сферические зеркала.
9. Энергетические и светотехнические (фотометрические) величины и единицы их измерения.
10. Спектральная чувствительность глаза.
11. Прохождение излучения через оптические системы. Коэффициенты пропускания, отражения и поглощения.
12. Закон освещенности от точечного источника.
13. Закон Ламберта. Соотношение между светимостью и яркостью.
14. Световые трубки. Инвариант Штраубеля.
15. Инвариант Лагранжа – Гельмгольца.
16. Поток излучения, проходящий через оптическую систему.
17. Освещенность изображения. Светосила.
18. Принцип Ферма. Оптическая длина пути.
19. Условие образования идеального изображения точки.
20. Анаберрационные поверхности.
21. Образование изображения совершенных отрезков. Закон косинусов.
22. Условие Гершеля. Условие синусов Аббе.

2 семестр, Курсовая работа

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Вопросы/Задания:

1. Габаритный расчет двухкомпонентной оптической системы

1. Ход луча через сферическую преломляющую поверхность.
2. Параксиальные лучи. Уравнение параксиального луча.
3. Инварианты в параксиальной области.
4. Фокусные расстояния преломляющей поверхности.
5. Вспомогательные параксиальные (нулевые) лучи.
6. Первый и второй параксиальные лучи.
7. Линзы конечной толщины, параметры линз. Виды линз. Кардинальные элементы.
8. Сферические зеркала.
9. Энергетические и светотехнические (фотометрические) величины и единицы их измерения.
10. Спектральная чувствительность глаза.
11. Прохождение излучения через оптические системы. Коэффициенты пропускания, отражения и поглощения.
12. Закон освещенности от точечного источника.
13. Закон Ламберта. Соотношение между светимостью и яркостью.
14. Световые трубки. Инвариант Штраубеля.
15. Инвариант Лагранжа – Гельмгольца.
16. Поток излучения, проходящий через оптическую систему.
17. Освещенность изображения. Светосила.
18. Принцип Ферма. Оптическая длина пути.
19. Условие образования идеального изображения точки.
20. Анаберрационные поверхности.
21. Образование изображения совершенных отрезков. Закон косинусов.
22. Условие Гершеля. Условие синусов Аббе.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Основы геометрической оптики. / И.С. Свешникова, Л.А. Запрягаева, И.В. Гузеева, А.С. Филонов. - Издательство "Шико", 2009. - 215 - 5-900758-42-7. - Текст: непосредственный.
2. Апенко М.И. Прикладная оптика: Учеб. для оптических специальностей вузов. / Под общ. ред. А.С. Дубовика. / М.И. Апенко, А.С. Дубовик, Г.В. Дурейко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Машиностроение, 1992. - 480 - 5-217-01262-5. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Теория оптических систем: Учебник для вузов. / Б.Н. Бегунов, Н.П. Заказнов, С.И. Кирюшин, В.И. Кузичев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Машиностроение, 1981. - 432 - Текст: непосредственный.
2. Заказнов Н.П. Теория оптических систем: Учебник для студентов приборостроительных специальностей вузов. / Н.П. Заказнов, С.И. Кирюшин, В.Н. Кузичев. - Машиностроение, 1992. - 448 - 5-217-01995-6. - Текст: непосредственный.
3. Можаров Г.А. Геометрическая оптика: Учебное пособие. / Г.А. Можаров. - Издательство "Лань", 2017. - 708 - 978-5-8114-2636-2. - Текст: непосредственный.

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. http://www.complexdoc.ru/ - Электронный фонд правовых и нормативнотехнических документов
2. http://modtran.spectral.com/modtran_home - MODTRAN® Web App
3. https://www.spectralcalc.com/blackbody_calculator/blackbody.php - Blackbody Calculator.
4. https://www.spectraplot.com/blackbody - Blackbody Emission Simulator.
5. https://cyberleninka.ru - Научная электронная библиотека КиберЛенинка, построенная на парадигме открытой науки (Open Science).
6. https://www.iprbookshop.ru/ - Электронно-библиотечная система "IPRbooks".
7. https://sdo.miigaik.ru/ - Система дистанционного обучения Московского государственного университета геодезии и картографии
8. https://www.iprbookshop.ru/ - IPR SMART
9. https://lib.miigaik.ru/ - ИРБИС64 Электронная библиотека

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения
(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем
(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Для практических занятий

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 10 шт.

Меловая доска - 1 шт.

МФУ - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется методическими рекомендациями по дисциплине.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.