



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
15 мая 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПОНЕНТЫ ФОТОНИКИ
«Б1.О.12.03.04 ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА»**

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы
специального назначения

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

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 5 лет 6 месяца(-ев)

Объем:
в зачетных единицах: 8 з.е.
в академических часах: 288 ак.ч.

Москва, 2026

Разработчики:

Доцент кафедры Прикладной оптики, к.т.н., доцент Запрягаева Л.
А.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения, утвержденного приказом Минобрнауки от 09.08.2018 № 93

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	10.02.2026, № 5/25-26

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 - освоение обучающимися компетенций, связанных с элементной базой, с теорией и проектированием оптических систем, с использованием перспективных компьютерных методов с целью разработки типовых оптических систем разных классов.

Задачи изучения дисциплины:

- получение обучающимися теоретических знаний по свойствам составляющих элементной базы, их назначению в оптической системе и ее компоновке, по выбору принципиальной оптической схемы а также обеспечить получение практических навыков по базовым разделам прикладной оптики, необходимых для разработки оптических систем оптических и оптико-электронных приборов и дальнейшего изучения дисциплин оптического цикла..

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 оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

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

Знать:

ПК-3.1/Зн36 Основные области и специфику применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы конструирования оптико-электронных приборов.

Уметь:

ПК-3.1/Ум32 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оплотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. Работать с научно-технической информацией и испытывать перспективные методы авто-матизированного проектирования Обосновывать предлагаемые решения.

Владеть:

ПК-3.1/Нв29 Владеть навыками габаритного расчета типовых оптических систем и анализа полученных результатов, так как на следующих этапах разработки оптической системы прибора оплотехники может возникнуть проблема технической осуществимости

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.12.03.04 «Прикладная оптика» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4, 5, 6.

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)
4 семестр	108	3	17	34	21	Экзамен (36)
5 семестр	108	3	17	34	21	Экзамен (36)
6 семестр	72	2	16	32	24	Зачет
Всего	288	8	50	100	66	72

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Классификация и основные оптические характеристики типовых оптических систем	26	6	12	8	ПК-3.1
Тема 1.1. Классификация оптических систем	13	3	6	4	
Тема 1.2. Оптические характеристики ОС дальнего и ближнего типов	13	3	6	4	
Раздел 2. Элементная база оптических систем. Типовые оптические детали и нетрадиционная оптика. Свойства, применение и расчет.	25	6	12	7	ПК-3.1
Тема 2.3. Элементная база ОС	13	3	6	4	
Тема 2.4. Нетрадиционные оптические элементы	12	3	6	3	
Раздел 3. Оптические осветительные системы	21	5	10	6	ПК-3.1

Тема 3.5. Виды конструкций Определение оптических характеристик конденсоров из габаритного расчета и согласования двух ОС.	12	3	6	3	
Тема 3.6. Методы расчета конденсоров. Применение контротражателей	9	2	4	3	
Раздел 4. Теория телескопических систем (ТС). Габаритный и абберационный расчеты.	33	9	16	8	ПК-3.1
Тема 4.7. Афокальные ОС в наблюдательных, оптикоэлектронных и лазерных приборах. Особенности расчета.	9	3	4	2	
Тема 4.8. Расчет фокальных и внефокальных коллективов	8	2	4	2	
Тема 4.9. Зрительные трубы прямого изображения. Линзовые и призмённые оборачивающие системы	8	2	4	2	
Тема 4.10. Зрительные трубы с внутренней фокусировкой	8	2	4	2	
Раздел 5. Оптические системы простых и сложных луп. Бинокулярные лупы. Виды микроскопов. Оптические характеристики. Габаритный расчет.	19	4	10	5	ПК-3.1
Тема 5.11. Простые и сложные лупы	9	2	5	2	
Тема 5.12. Основные виды микроскопов. Габаритный расчет	10	2	5	3	
Раздел 6. Оптические системы фотообъективов. Классификация. Методы расчета.	20	4	8	8	ПК-3.1
Тема 6.13. Оптические системы фотообъективов.	10	2	4	4	
Тема 6.14. Классификация. Методы расчета	10	2	4	4	
Раздел 7. Абберационный расчет типовых оптических систем	9	2	4	3	ПК-3.1
Тема 7.15. Абберационный расчет	9	2	4	3	
Раздел 8. Общие понятия о расчете и проектировании ОС	9	2	4	3	ПК-3.1
Тема 8.16. Процесс проектирования ОС	9	2	4	3	

Раздел 9. Проектирование и расчет ОС на среднем уровне	18	4	8	6	ПК-3.1
Тема 9.17. Задачи, решаемые при проектировании ОС	9	2	4	3	
Автоматизированное проектирование					
Тема 9.18. Автоматизированное проектирование	9	2	4	3	ПК-3.1
Раздел 10. Параметрический синтез линзовых систем	18	4	8	6	
Тема 10.19. Аберрации, влияющие на качество изображения в ОС разных приборов. Допустимые значения.	9	2	4	3	
Тема 10.20. Методы синтеза оптических систем	9	2	4	3	ПК-3.1
Раздел 11. Коррекция аберраций. Компьютерная оптимизация	9	2	4	3	
Тема 11.21. Методы коррекции аберраций ОС	9	2	4	3	
Раздел 12. Оценка качества оптического изображения	9	2	4	3	ПК-3.1
Тема 12.22. Оценка качества изображения	9	2	4	3	
Итого	216	50	100	66	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Классификация и основные оптические характеристики типовых оптических систем

Тема 1.1. Классификация оптических систем

Лекция 1. Признаки классификации ОС и терминология. Масштаб изображения. Угловое и линейное поле в разных системах и его определение.

Практическое занятие №1 Оптические материалы ОС. Определение оптических характеристик ОС дальнего и ближнего действия

Тема 1.2. Оптические характеристики ОС дальнего и ближнего типов

Лекция № 2. Осевая освещенность в случае предметов разного типа. Освещенность по полю изображения. Светосила

Лекция №3. Светосила телескопических систем, работающих с глазом. Спектральные характеристики ОС.

Раздел 2. Элементная база оптических систем. Типовые оптические детали и нетрадиционная оптика. Свойства, применение и расчет.

Тема 2.3. Элементная база ОС

Лекция №4. Типовые оптические детали

Практические занятия № 2 Габаритный и абберационный расчеты, компьютерный абберационный анализ линз разной формы со сферическими и асферическими поверхностями

Практическое занятие № 5

Апланатические мениски. Расчет положительного апланатического мениска и абберационный анализ на компьютере.

Практическое занятие №6.

Отражательные призмы. Обозначение и классификация призм. Ознакомление студентов с реальными призмами с одним, двумя и тремя отражениями и призмами с крышей. Построение разверток призм. Составные призмы. Расчет призм.

Практическое занятие №7

Плоскопараллельная пластина. Применение в ОС. Редуцирование ППП. Клинья. Применение клиньев в качестве компенсаторов. Ахроматические клинья

Практическое занятие №8. Сферические зеркала. Определение светового диаметра. Построение изображения в идеальном зеркале, заменённом главной плоскостью. Формулы идеальной оптики для сферических и асферических зеркал

Тема 2.4. Нетрадиционные оптические элементы

Лекция №5 Световоды и волоконная оптика. Нетрадиционные оптические элементы

Раздел 3. Оптические осветительные системы

Тема 3.5. Виды конструкций. Определение оптических характеристик конденсоров из габаритного расчета и согласования двух ОС.

Лекция №6 Линзовые зеркальные, зеркально-линзовые конденсоры. Оптические схемы, диапазон характеристик и возможности их повышения, применяемые оптические материалы. Определение ПНК двумя графическими способами. Оценка качества изображения конденсоров по величине наименьшего кружка рассеяния.

Практическое занятие №9.

Габаритный расчет конденсора из условий согласования характеристик со второй системой, к которой относится или ОС проекционного прибора с равномерным или неравномерным источником, или ОС коллиматора, или ОС визирного и отсчетного микроскопов

Практическое занятие № 10.

Расчет двухлинзовых конденсоров. Расчет конденсоров с апланатическими менисками

Практическое занятие № 11.

Расчет конденсоров на минимум сферической абберации.

Тема 3.6. Методы расчета конденсоров. Применение контротражателей

Лекция № 7 Расчет одно-, двух-, трех-, и четырехлинзовых конденсоров разных конструкций.

Практическое занятие № 12.

Графическое определение положения плоскости наименьшего кружка рассеяния и величины кружка. Оценка качества изображения. Абберационный анализ в ПНК по стандартной программе на компьютере

Раздел 4. Теория телескопических систем (ТС). Габаритный и абберационный расчеты.

Тема 4.7. Афокальные ОС в наблюдательных, оптикоэлектронных и лазерных приборах. Особенности расчета.

Лекция 8. Применение ТС. Оптические схемы и характеристики.

Практическое занятие №13

Ознакомление с нормативами, перечнем литературы и сайтов интернет по профилю обучен.

Выдача заданий на курсовую работу методические рекомендации по выполнению КР.

Практическое занятие №14

Габаритный расчет простой зрительной трубы Кеплера Выбор конструкции компонентов

Тема 4.8. Расчет фокальных и внефокальных коллективов

Лекция № 9 Применение и расчет коллективов в зрительных трубах. Внефокальные коллективы.

Практические занятия №15

Графическое определение и расчет положения и диаметра первой виньетирующей диафрагмы, обеспечивающей несимметричное виньетирование. Расчет второй диафрагмы Контроль вычислений.

Тема 4.9. Зрительные трубы прямого изображения. Линзовые и призмённые оборачивающие системы

Лекция №10 Линзовые одно- и двухкомпонентные оборачивающие системы (Обс).

Габаритный расчет ЗТ с Обс.

Практическое занятие №16

Определение положения и размеров призмённой оборачивающей системы в КР, толщин эквивалентной и редуцированной ППП в ОС бинокля и контроль вычислений.

Лекция №11. Габаритный расчет монокуляров и призмённых биноклей.

Тема 4.10. Зрительные трубы с внутренней фокусировкой

Лекция № 12 Оптические схемы и характеристики ЗТ с внутренней фокусировкой.

Габаритный расчет с двухкомпонентными телеобъективами.

Практическое занятие №17

Габаритный расчет ЗТ с внутр. фокусировкой для выбора конструкций компонентов

Раздел 5. Оптические системы простых и сложных луп. Биноклярные лупы. Виды микроскопов. Оптические характеристики. Габаритный расчет.

Тема 5.11. Простые и сложные лупы

Лекция № 13 Лупы. Оптические системы биноклярных луп. Призматические биноклярные лупы. Габаритный расчет

Практическое занятие №18

Габаритный расчет биноклярной лупы.

Практическое занятие №19

Габаритный расчет призматической биноклярной лупы

Тема 5.12. Основные виды микроскопов. Габаритный расчет

Лекция № 14 Виды микроскопов. Оптические системы и характеристики. Особенности расчета

Практическое занятие №20

Расчет ОС микроскопов разного назначения

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Устный опрос

Раздел 6. Оптические системы фотообъективов. Классификация. Методы расчета.

Тема 6.13. Оптические системы фотообъективов.

Лекция №15 Фотообъективы Оптические схемы и классификация

Практическое занятие №.21 Синтез простейших фотообъективов симплетов

Лекция №16 Методы расчета

фотообъективов

Тема 6.14. Классификация. Методы расчета

Практическое занятие №22

Аберрационный расчет симплета по специализированной компьютерной программе.

Синтез объектива.

Раздел 7. Аберрационный расчет типовых оптических систем

Тема 7.15. Аберрационный расчет

Лекция № 17. Определение основных аберрационных параметров компонентов в ОС с призмами и ЗТ с Обс

Практическое занятие 23 Аберрационный расчет ОС призмного бинокля для определения основных аберрационных параметров объектива.

Раздел 8. Общие понятия о расчете и проектировании ОС

Тема 8.16. Процесс проектирования ОС

Лекция № 18 Объекты и цели проектирования. Степень автоматизации. Уровни автоматизированного проектирования оптических систем.

Практическое занятие № 24

Ознакомление с перечнем литературы и сайтов интернета по профилю обучения.

Выдача заданий на курсовую работу, методические рекомендации по выполнению КР.

Практическое занятие №25

Методы синтеза. Вывод уравнений модулей и составление

аберрационных уравнений для синтеза объектива призмного бинокля

Раздел 9. Проектирование и расчет ОС на среднем уровне

Тема 9.17. Задачи, решаемые при проектировании ОС Автоматизированное проектирование

Лекция №25 Три основных задачи проектирования оптической системы

Практическое занятие 26

Синтез объектива по специализированной компьютерной программе с исследованием результатов для разных комбинаций марок стекол.

Практическое занятие № 27

Выбор приемлемого решения и переход к линзам конечной толщины

Тема 9.18. Автоматизированное проектирование

Лекция № 26 Этапы проектирования оптических систем и степень автоматизации. Математические модели ОС для разных этапов. Методы синтеза. Программы синтеза и абберационного анализа

Практическое занятие № 28.

Компоновка ОС бинокля, абберационный анализ, построение графиков аббераций. Коррекция остаточных аббераций

Раздел 10. Параметрический синтез линзовых систем

Тема 10.19. Абберации, влияющие на качество изображения в ОС разных приборов. Допустимые значения.

Лекция №27. Выбор аббераций, исправляемых в ОС приборов различного назначения и значения допустимых аббераций

Практическое занятие № 26

Синтез двухлинзового склеенного объектива микроскопа с выбором комбинаций марок стекол по таблицам Трубно.

Практическое занятие №27

Выбор параметров для компенсации аббераций высших порядков в компонентах.

Тема 10.20. Методы синтеза оптических систем

Лекция № 28. Метод разделения переменных. Свободные и избыточные параметры. Виды однокомпонентных и двухкомпонентных систем со значительным расстоянием между ними и теория их синтеза.

Практическое занятие №28.

Абберационный расчет двухкомпонентного телеобъектива с фокусирующим компонентом в виде отдельной линзы и синтез первого компонента и линзы

Компоновка ОС телеобъектива и абберационный анализ по программе RAYS или Zemax

Практическое занятие № 29

Синтез светосильного объектива по специализированной программе синтеза.

Раздел 11. Коррекция аббераций. Компьютерная оптимизация

Тема 11.21. Методы коррекции аббераций ОС

Лекция №29 Методы коррекции
аббераций оптических систем. Коррекционные параметры.
Автоматизированная коррекция аббераций.
Практическое занятие № 30
Коррекция аббераций в телеобъективе.

Раздел 12. Оценка качества оптического изображения

Тема 12.22. Оценка качества изображения

Лекция №30. Критерии оценки качества изображения дифракционно-ограниченных и геометрически-ограниченных систем.
Практическое занятие №31 Оптическая передаточная функция. Функция передачи модуляции.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Письменный опрос

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: Экзамен, 4 семестр.

Промежуточная аттестация: Экзамен, 5 семестр.

Промежуточная аттестация: Зачет, 6 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 5. Оптические системы простых и сложных луп. Бинокулярные лупы. Виды микроскопов. Оптические характеристики. Габаритный расчет.

Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Тема 5.12. Основные виды микроскопов. Габаритный расчет

Форма контроля/оценочное средство: Устный опрос

Вопросы/Задания:

1. Изучить классификацию микроскопов и микрообъективов, оптические системы и оптические характеристики объективов и окуляров и привести их рисунки (по согласованию с преподавателем)

Раздел 12. Оценка качества оптического изображения

Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Тема 12.22. Оценка качества изображения

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Критерии оценки качества изображения при использовании автоматизированном проектировании

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

4 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Вопросы/Задания:

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

1.Классификация оптических систем. Признаки классификации.

2..Масштаб изображения в ОС ближнего и дальнего типа. Привести рисунки и формулы.

3.Спектральные характеристики ОС.

4.Классификация ОС по значениям волновых aberrаций.

5. Оптическая деталь (ОД). Дать определение. Перечислить и привести рисунки типовых классических) и перечислить нетрадиционные ОД

6. Плоскопараллельная пластина. Покажите ход осевого луча, продольное смещение и формулу для него. Редуцированная ППП. Назначение ППП

7. Перечислить основные оптические характеристики оптических систем. Подробно рассмотреть угловое и линейное поле.

8. Специальные линзы: телескопические, концентрические, асферические, их оптические характеристики. Привести рисунки и показать кардинальные отрезки, указать особые свойства отдельных линз.

9. Оптический клин: показать на рисунке и дать определение, написать формулу клина. Применение. Ахроматический клин.

10. Аксиконы конические, сферические, хроматические: привести рисунки с ходом лучей. Применение

11. Масштаб изображения фотографических и аэрофотографических объективов..На рисунке для схемы фотообъектива показать длину камеры и объяснить

12. Освещенность изображения точки вне оси. Влияние aberrационного виньетирования. Для каких объективов оно применяется?

13.Светосила ОС и освещенность изображения. Дать определение светосилы, написать общую формулу и объяснить физический смысл.

14. Стекло оптическое бесцветное. Основные оптические постоянные стекла. Запишите формулу для основного коэффициента дисперсии. В каких пределах изменяются значения основного показателя преломления и основного коэффициента дисперсии в ГОСТе 3514-94

15. Какие оптические детали относятся к «нетрадиционным»?

16. Линза Френеля. Виды форм поверхности. Возможности исправления двух aberrаций.

17.Виды конденсоров. Оптические характеристики, пределы их изменения для разных конструкций, их определение.

18. Определение исходных данных для расчета конденсора в системе «конденсор коллиматор» (может быть другая система).
18. Методы расчета конденсоров.
19. Критерии оценки качества изображения для различных ОС. Подробно рассмотреть. В каких случаях применяют оптическую передаточную функцию и причины ее появления
20. Разрешающая способность и предел разрешения ОС. Почему даже идеальная ОС не дает точечного изображения? Что представляет собой кружок или диск Эри?
21. На рисунке представьте распределение освещенности в дифракционном изображении осевой точки, под ним покажите диаметр кружка Эри, приведите объяснение и запишите формулу для радиуса r' кружка в угловой мере.
22. Угловые и линейные пределы разрешения ОС и их применение
23. Волновые критерии оценки качества изображения ОС. Перечислить их. В каких случаях их целесообразно применять.
24. Аподизация дифракционной картины, способы осуществления, ее назначение
25. Критерий Штреля. В каких случаях его можно использовать для оценки качества изображения ОС

5 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Вопросы/Задания:

2. Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
1. Виды телескопических систем. Привести оптические схемы с построением хода лучей
2. Применение телескопических систем.
3. Виды зрительных труб (ЗТ). Какая телескопическая система называется зрительной трубой? Привести оптические системы ЗТ в тонких компонентах с ходом лучей. Оптические характеристики ЗТ
- 4'. Светосила ЗТ.
5. Оборачивающие системы (Обс) ОС ЗТ, их назначение и сравнительный анализ. Привести оптические системы ЗТ с линзовыми оборачивающими системами. Формула видимого увеличения ЗТ с Обс в общем случае.
6. Исходные данные для расчета ЗТ с двухкомпонентной оборачивающей системой. Начертить оптическую схему с ходом лучей. Какие преимущества имеет симметричная Обс?
7. Какие недостатки имеет однокомпонентная Обс при линейном увеличении, отличном от -1?
8. Какая оборачивающая система позволяет создать наиболее компактную конструкцию ЗТ?
9. Какие Обс устанавливают в прицелах?
10. Принципиальное отличие монокуляра от бинокля. Какое преимущество дает бинокль при наблюдении? Дополнительные характеристики, рассчитываемые при разработке биноклей.
11. Назначение виньетирующей диафрагмы в ОС. Что значит «несимметричное виньетирование?»
12. Особенности установки призменной оборачивающей системы в ОС ЗТ и ее расчета..
13. Коллективы: назначение, положительные и отрицательные коллективы, фокальные и внефокальные. Привести оптические схемы. С какой целью применяют внефокальные коллективы?
14. Особенности расчета ЗТ с Обс.
15. Сложение aberrаций в телескопической системе и использование при aberrационном расчете ЗТ.
16. Назначение виньетирующей диафрагм в оптической системе ЗТ. Понятие несимметричного виньетирования. Как от него избавиться? Привести пример и оптическую схему с построением хода лучей.
17. Полезное увеличение ЗТ, его физический смысл. Привести формулу. Нормальное увеличение.

18. Светосила ЗТ в разных случаях.
19. Действующее отверстие входного зрачка ЗТ, привести рисунок. Диаметр выходного зрачка и его удаление в ЗТ разного назначения.
20. Сумеречное число: физический смысл. В каких случаях необходимо его рассчитывать? (см. ГОСТ)
21. Какие ЗТ называют трубами прямого изображения? Привести примеры и оптическую схему. Особенности их расчета.
22. Телеобъективы телескопических систем. двух- и трехкомпонентные телеобъективы, назначение. Оптические характеристики.
23. Особенности габаритного расчета ОС призмённых биноклей.
24. Объективы и окуляры ОС ЗТ. Привести их оптические схемы при разных значениях оптических характеристик
25. Автоколлимационные зрительные трубы: применение, упрощенная оптическая схема с ходом лучей. Особенности габаритного расчета
- Назначение виньетирующей диафрагмы в ОС. Что значит «несимметричное виньетирование»?

6 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Вопросы/Задания:

1. Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования
1. Основные оптические характеристики ОС.
2. Классификация оптических систем по разным признакам.
3. Основная цель габаритного расчета.
4. Оптические характеристики зрительной трубы (ЗТ). Светосила системы «ЗТ+глаз» для различных предметов. Почему нельзя рассматривать светосилу собственно телескопической системы, без участия ОС глаза? Как определяют светосилу бинокля?
5. Объясните, как можно доказать, что для большей эффективности работы астрономического телескопа его диаметр (точнее диаметр входного зрачка) должен быть по возможности больше?
6. Сумеречное число ЗТ. Объяснить физический смысл этого понятия.
7. Действующее отверстие (ДО) входного зрачка зрительной трубы. В каких случаях приходится вводить это понятие? Показать на оптической схеме зрительной трубы, построив соответствующий ход лучей. На какие характеристики зрительной трубы влияет ДО?
8. Дайте определение и запишите формулу для относительной субъективной яркости изображения (ОСЯИ) ЗТ. Объясните физический смысл этого понятия. В каких случаях величина ОСЯИ дает коэффициент усиления, а в каких – коэффициент ослабления?
9. Назначение положительного и отрицательного коллектива в ОС. Перечислите примеры его применения и приведите оптические схемы.
10. Виды оборачивающих систем в ЗТ, их сравнительный анализ. Привести оптические схемы с ходом лучей.
10. Габаритный расчет ОС ЗТ прямого изображения с линзовой симметричной оборачивающей системой.
11. С какой целью во многие ЗТ (монокли, бинокли, оптические прицелы и т.п.) вводят 50% виньетирование широкого наклонного пучка? Каким образом это осуществляется? Что такое «несимметричное» виньетирование и как его предотвратить? Покажите на примере оптической схемы простой ЗТ.
12. Зрительная труба с внутренней фокусировкой. Привести оптическую схему с бесконечно тонкими компонентами с построением хода лучей. Преимущества по сравнению с трубой с внешней фокусировкой.
13. Как называется объектив, который применяется в ЗТ с внутренней фокусировкой?

Перечислите оптические характеристики объектива. Особенности габаритного расчета рассматриваемой трубы.

14.Трехкомпонентные телеобъективы (ТО) телескопических систем. Привести оптические схемы с ходом лучей. В каких случаях применяют трехкомпонентные телеобъективы?

15 Оптические характеристики двухкомпонентных ТО, пределы изменения оптических характеристик. Какое предельное значение относительного отверстия не рекомендуется превышать при выполнении габаритного расчета и почему? Как зависят оптические характеристики ЗТ от линейного увеличения фокусирующего компонента?

16.Как влияет величина коэффициента m телесокращения на оптические характеристики ЗТ и на оптические характеристики ее компонентов? Приведите примеры оптических схем с конструкциями компонентов.

17.Особенности габаритного расчета ЗТ с внутренней фокусировкой. В качестве дополнительных исходных данных взять расстояние ближнего визирования.

18.Угловые пределы разрешения для телескопических систем разного назначения.

19.Какие дополнительные характеристики рассчитывают для бинокля по сравнению с монокуляром и почему, с какой целью?

20.Как правильно установить призменную оборачивающую систему в оптической системе монокуляра или ветви бинокля? Привести оптическую схему. Особенности габаритного расчета.

21.Зрительные трубы прямого изображения. Виды оборачивающих систем и их сравнительный анализ..

22. Объективы, используемые в качестве проекционных и требования к ним. Установка объектива в оптической схеме, определение расстояния до кадрового окна относительно первой поверхности объектива..

23. Общие понятия о расчете и проектировании оптических систем (см. компьютерные распечатки и учебник)

Объект проектирования. Цель проектирования. Виды проектирования в зависимости от степени автоматизации.

24. Уровни автоматизированного проектирования.

Высший уровень проектирования. Средний уровень проектирования. Низший уровень проектирования.

25 Проектирование оптической системы на среднем уровне. Три основные задачи, решаемые при разработке ОС и их содержание

26. Этапы проектирования ОС и степень их автоматизации. Почему процесс проектирования ОС является итерационным?

27. Описание процесса автоматизированного проектирования. Синтез. Анализ. Оптимизация. Структурный и параметрический синтез.

28 Описание процесса автоматизированного проектирования. Синтез. Анализ. Оптимизация. Структурный и параметрический синтез.

29. Понятие «абберационный расчет Метод проб. Композиционный метод расчета. Сущность метода. Две разновидности композиционного метода. Понятие о синтезе ОС по набору из поверхностей с известными абберационными свойствами: виды поверхностей, особенности применения метода. Понятие о синтезе оптических систем по базовым компонентам.

30. Алгебраический метод расчета ОС или параметрический синтез ОС на основе метода разделения переменных.. Оптические системы, синтез которых выполняется алгебраическим методом. Свойства бесконечно тонкого компонента. Оптические системы, компоненты которых можно принять бесконечно тонкими. Число аббераций третьего, пятого, ... порядков (привести формулу). Зависимость выбираемой конструкции от числа исправляемых аббераций.

31. Оптические системы, для синтеза которых эффективно применение метода разделения переменных. Свойство бесконечно тонкой линзы, на котором основан метод разделения переменных. Перечислить и записать в общем виде абберационные уравнения и условия, которые зависят только от внешних параметров ОС.(Суммы Зейделя и хроматические суммы будут на отдельных листах лежать на столе во время экзамена, как и другие сложные формулы, которые не имеет смысла запоминать, но уметь правильно использовать в процессе

синтеза ОС).

32. Основные уравнения алгебраического метода (метода разделения переменных) Уравнения первой и второй групп алгебраического метода синтеза ОС из бесконечно тонких компонентов в общем случае. Объяснить, в каких случаях абберрационные уравнения приравнивают нулю или определенной величине, не равной нулю

33. Выбор абберраций, исправляемых в ОС: привести примеры. От чего зависит число абберраций, исправляемых в ОС? Допустимые значения остаточных абберраций в различных ОС

34. Внешние и внутренние параметры ОС при синтезе систем методом разделения переменных. Из решения каких уравнений определяются внешние параметры? Что определяют внешние параметры? Почему нежелательно, чтобы оптические силы линз в компоненте имели большие значения? Особенности синтеза ОС для предмета на конечном расстоянии (кратко).

35. Абберрации, исправляемые в объективах и компонентах с невысокими оптическими характеристиками. Как при записи абберрационных уравнений можно учесть влияние абберраций высших порядков?

36. Модульный принцип составления абберрационных уравнений. Вывод уравнений модуля для двухлинзового склеенного компонента и отдельной линзы в воздухе (см. тетрадь для практических занятий). В качестве примера уметь составить абберрационное уравнение для любой конструкции объектива (двух-, трех- или четырехлинзового)..

37. Порядок синтеза бесконечно тонкого компонента в случае бесконечно удаленного предмета.

по расчетным значениям основных абберрационных параметров.

38. Порядок синтеза компонента в случае предмета, расположенного на конечном расстоянии. Определение значений основных параметров компонентов. (Формулы связи неосновных и основных параметров будут на экзамене записаны в общем виде на отдельном листе, так же как и все суммы Зейделя).

39. Свободные, коррекционные и избыточные параметры. Выбор избыточных параметров: критерии выбора, привести примеры для различных конструкций. Обратить внимание на выбор избыточных параметров в трехлинзовых объективах (компонентах), содержащих двухлинзовый склеенный компонент, в трехлинзовых несклеенных и четырехлинзовых компонентах, состоящих из двух склеенных с разными значениями r_v радиусов кривизны поверхностей

40. Переход к линзам конечной толщины в случае предмета, расположенного на конечном расстоянии. Величины, сохраняемые постоянными при таком переходе.

41. Виды одно- и двухкомпонентных ОС с бесконечно малыми воздушными промежутками. Оптические характеристики, применение и абберрационные свойства.

42. Обоснование выбора марок стекол при синтезе однокомпонентных систем. Как выбрать марки стекла для синтеза апохромата.

43. Выбор марок стекол по таблицам С.В.Трубки. В каких случаях возникает такая необходимость? Рассказать подробно, включая выбор двух возможных комбинаций: «крон впереди» или «флинт впереди».

44. Синтез двухлинзового склеенного компонента в случае предмета, расположенного на конечном расстоянии.

45. Синтез двухлинзового склеенного компонента в случае предмета, расположенного на конечном расстоянии.

46. Синтез четырехлинзовых компонентов, состоящих из двух одинаковых двухлинзовых компонентов.

47. Синтез двухкомпонентного телеобъектива телескопической системы при разной конструкции фокусирующего компонента.

48. Синтез двухкомпонентного телеобъектива телескопической системы в случае фокусирующего компонента в виде одиночной линзы. На рисунке привести оптические схемы этих линз и показать углы первого вспомогательного луча с оптической осью. Абберрационный расчет и определение основных параметров первого положительного компонента.

49. Синтез телеобъектива с фокусирующим компонентом, содержащим две линзы или более,

для которого $m=0, 65 \dots 0, 70$. Аберрационный расчет.

50. Габаритный расчет ОС призмённого бинокля.

51. Аберрационный расчет ОС призмённого бинокля..

52. Коррекция аберраций методом проб и последовательных приближений в системах с невысокими оптическими характеристиками.

53. Коррекция аберраций. Коррекционные параметры. Выбор коррекционных параметров. Сущность метода проб. Последовательность исправления аберраций.

54. Почему ОС, синтезированная из условия исправления хроматизма положения, требует коррекции хроматизма положения? Выполнить коррекцию хроматизма положения в двухлинзовом склеенном компоненте. Привести график хроматизма положения в системе при условии его исправления..

55. Оценка качества изображения в оптических системах. Критерии качества оптического изображения.

56. Особенности синтеза бесконечно тонкого компонента с призмами или ППП. Показать на примере синтеза тонкого трехлинзового несклеенного компонента с ППП.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Запрягаева Л.А. Прикладная оптика. Часть 1. Введение в теорию оптических систем: Учебное пособие для вузов. - М.: МИИГАиК, 2017. - 112 с.: ил.

2. Запрягаева Л.А. Расчет и проектирование оптических систем: Учебник для вузов / Л.А. Запрягаева, И.С. Свешникова. - Издательство Логос, 2000. - 584 - 5-88439-143-9. - Текст: непосредственный.

3. Запрягаева Л.А. Оптические детали: Учебное пособие по курсу "Прикладная оптика". Часть 1. "Теория оптических систем".: Для студентов IV - V курсов факультета оптического приборостроения. / Л.А. Запрягаева, И.С. Свешникова. - МИИГАиК, 2001. - 184 - Текст: непосредственный.

4. Запрягаева Л.А. Задачник по прикладной оптике: Учебное пособие. / Л.А. Запрягаева, И.С. Свешникова. - 3-е изд., переработанное и дополненное. - МИИГАиК, 2009. - 496 - 978-5-91188-016-3. - Текст: непосредственный.

5. Запрягаева Л.А. Расчет и проектирование оптических систем: Учебник для вузов в 2-х частях. Часть 1. / Л.А. Запрягаева, И.С. Свешникова. - 2- издание исправленное и дополненное. - МИИГАиК, 2009. - 350 - 978-5-91188-017-0. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Дубовик А.С. Прикладная оптика: Учебное пособие для вузов. / Под ред. А.С. Дубовика. / А.С. Дубовик, М.И. Апенко, Г.В. Дурейко. - Недра, 1982. - 612 - Текст: непосредственный.

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. http://modtran.spectral.com/modtran_home - MODTRAN® Web App

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) - 8 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.