



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 технологии оптического приборостроения



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
24 марта 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Б1.В.ДВ.02.02 РАСЧЕТ ДОПУСКОВ НА ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 12.04.02 Оптотехника

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

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 2 года

Объем:
в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Москва, 2025

Разработчики:

Преподаватель кафедры Прикладной оптики Пугачёв И. В.

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

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.04.02 Оптотехника, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 941

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	15.01.2025, № 2/24-25

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 в области оптического приборостроения, связанной с изучением причин погрешностей, возникающих при изготовлении оптических систем, и применением методики расчета допусков.

Задачи изучения дисциплины:

- Освоения дисциплины «Расчет допусков на оптические системы» является приобретение студентами теоретических знаний по применению методики определения допусков на изготовление оптических деталей и сборку оптических систем..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-4 Способность к разработке структурных и функциональных схем оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов с определением их физических принципов действия, структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы

ПК-4.3 Проводит сравнительный анализ изделий-аналогов

Знать:

ПК-4.3/Зн3 Основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем, элементная база оплотехники.

Уметь:

ПК-4.3/Ум5 Основы теории оптических измерений и расчета элементов, узлов и систем оплотехники Обрабатывать, анализировать, представлять и оформлять результаты исследований

Владеть:

ПК-4.3/Нв5 Навыками проектирования оптических и оптико-электронных систем

ПК-4.5 Разрабатывает и исследует новые способы и принципы функционирования оптических и оптико- электронных приборов и систем получения, хранения и обработки информации

Знать:

ПК-4.5/Зн3 Физические основы и принципы построения оптикоэлектронных приборов и систем различного назначения. Методы расчета параметров источников и приемников оптического излучения.

Уметь:

ПК-4.5/Ум3 Обосновывать предлагаемые решения.

Владеть:

ПК-4.5/Нв5 Навыками расчета допусков на изготовление оптических деталей и сборку оптических систем.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.02.02 «Расчет допусков на оптические системы» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 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)
2 семестр	144	4	28	14	69	Курсовая работа Экзамен (33)
Всего	144	4	28	14	69	33

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. Основы расчета на точность оптических систем	30	8	2	20	ПК-4.3 ПК-4.5
Тема 1.1. Погрешности изготовления оптических систем	30	8	2	20	
Раздел 2. Отклонение конструктивных параметров от номинальных значений	18	4	2	12	ПК-4.3 ПК-4.5
Тема 2.2. Влияние отклонений конструктивных параметров на качество изображения	18	4	2	12	
Раздел 3. Нарушение симметрии системы относительно оптической оси	18	4	2	12	ПК-4.3 ПК-4.5
Тема 3.3. Влияние децентрировок поверхностей на aberrации оптической системы	18	4	2	12	
Раздел 4. Определение допустимых погрешностей изготовления оптических систем	45	12	8	25	ПК-4.3 ПК-4.5

Тема 4.4. Расчет допусков на изготовление оптических деталей и сборку оптических систем	45	12	8	25	
Итого	111	28	14	69	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Основы расчета на точность оптических систем

Тема 1.1. Погрешности изготовления оптических систем

Лекция № 1. Общие вопросы оптического производства. Требования к оптическим системам приборов

Лекция № 2. Погрешности изготовления оптических деталей. Рекомендуемые требования к изготовлению

Практическое занятие № 1. Оформление чертежей оптических деталей. Выдача задания на курсовую работу

Лекция № 3. Погрешности изготовления оптических узлов и систем. Техническая документация на изготовление оптических систем

Лекция № 4. Оценка качества изображения по геометрическим aberrациям

Практическое занятие № 2. Оформление оптического выпуска

Раздел 2. Отклонение конструктивных параметров от номинальных значений

Тема 2.2. Влияние отклонений конструктивных параметров на качество изображения

Лекция № 5. Влияния изменения конструктивных параметров на aberrации. Требования к оптическим материалам

Лекция № 6. Оценка чувствительности оптических систем к погрешностям изготовления. Рекомендуемые изменения конструктивных параметров

Практическое занятие № 3. Расчет таблиц влияния изменения параметров

Раздел 3. Нарушение симметрии системы относительно оптической оси

Тема 3.3. Влияние децентрировок поверхностей на aberrации оптической системы

Лекция № 7. Децентрировка поверхности как погрешность изготовления оптической системы

Лекция № 8. Aberrации второго порядка, графическое представление. Сравнительный анализ aberrаций третьего порядка центрированной системы и aberrаций второго порядка децентрированной системы

Практическое занятие № 4. Расчет таблиц влияния децентрировок на aberrации оптических систем

Раздел 4. Определение допустимых погрешностей изготовления оптических систем

Тема 4.4. Расчет допусков на изготовление оптических деталей и сборку оптических систем

Лекция № 9. Погрешности изготовления оптических систем как случайные величины. Законы распределения

Лекция № 10. Суммирование aberrаций. Определение допустимых значений aberrаций, вызванных погрешностями изготовления. Определение доверительных интервалов

Практическое занятие № 5. Расчет допусков на конструктивные параметры

Лекция № 11. Векторное суммирование aberrаций, вызванных децентрировкой

Лекция № 12. Децентрировка поверхности как конструктивное средство и средство исправления aberrаций

Практическое занятие № 6. Определение допустимых значений aberrаций, вызванных децентрировкой. Расчет допусков на децентрировку

Лекция № 13. Определение допусков на изготовление углов призм и пирамидальность. Допуски на клиновидность пластин

Лекция № 14. Определение допусков на изготовление асферических поверхностей

Практическое занятие № 7. Прием курсовой работы

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: Курсовая работа, 2 семестр.

Промежуточная аттестация: Экзамен, 2 семестр.

при проведении промежуточной аттестации, применяется среднее арифметическое значения оценок, полученных за каждый элемент оценивания, указанный в билете (вопрос и два практических задания). Итоговая оценка по дисциплине (модулю) рассчитывается как отношение суммы оценок, полученных обучаемым за каждый вопрос и задания в билете (вопрос и 2 задания, далее – элемент контроля) поделенное на количество полученных оценок (3). При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете, в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может учитывать результаты текущего контроля

7. Оценочные материалы текущего контроля

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

2 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-4.3 ПК-4.5

Вопросы/Задания:

1. Способность к разработке структурных и функциональных схем оптических и оптико- электронных приборов, систем и комплексов с определением их физических принципов действия, структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы¶

1. Источники возникновения погрешностей изготовления оптических систем.
2. Погрешности изготовления оптических деталей. Рекомендуемые требования к изготовлению.
3. Оформление чертежей оптических деталей.
4. Погрешности изготовления оптических узлов и систем.
5. Техническая документация на изготовление оптических систем.
6. Оценка качества изображения по геометрическим aberrациям.
7. Влияния изменения конструктивных параметров на aberrации.
8. Требования к оптическим материалам.
9. Оценка чувствительности оптических систем к погрешностям изготовления.
10. Рекомендуемые изменения конструктивных параметров.
11. Децентрировка поверхности как погрешность изготовления оптического пробора.
12. Aberrации второго порядка, графическое представление.
13. Сравнительный анализ aberrаций третьего порядка центрированной системы и aberrаций второго порядка децентрированной системы.
14. Погрешности изготовления оптических систем как случайные величины. Законы распределения.
15. Суммирование aberrаций. Определение допустимых значений aberrаций, вызванных погрешностями изготовления. Доверительные интервалы.
16. Децентрировка поверхностей как векторная величина.
17. Векторное суммирование aberrаций второго порядка.
18. Aberrации, вызванные децентрировкой, как случайные величины. Закон распределения и доверительный интервал значений суммарных aberrаций.
19. Влияния изменения конструктивных параметров на aberrации.
20. Расчет допусков на конструктивные параметры.
21. Определение допустимых значений aberrаций, вызванных децентрировкой.
22. Расчет допустимых значений децентрировок поверхностей.
23. Определение допусков на изготовление углов призм и пирамидальность.
24. Допуски на клиновидность пластин.
25. Определение допусков на изготовление асферических поверхностей.

2 семестр, Курсовая работа

Контролируемые ИДК: ПК-4.3 ПК-4.5

Вопросы/Задания:

1. Расчёт допусков на типовую оптическую систему
1. Источники возникновения погрешностей изготовления оптических систем.
2. Погрешности изготовления оптических деталей. Рекомендуемые требования к изготовлению.
3. Оформление чертежей оптических деталей.
4. Погрешности изготовления оптических узлов и систем.
5. Техническая документация на изготовление оптических систем.
6. Оценка качества изображения по геометрическим aberrациям.
7. Влияния изменения конструктивных параметров на aberrации.
8. Требования к оптическим материалам.
9. Оценка чувствительности оптических систем к погрешностям изготовления.
10. Рекомендуемые изменения конструктивных параметров.
11. Децентрировка поверхности как погрешность изготовления оптического пробора.
12. Aberrации второго порядка, графическое представление.
13. Сравнительный анализ aberrаций третьего порядка центрированной системы и aberrаций второго порядка децентрированной системы.

14. Погрешности изготовления оптических систем как случайные величины. Законы распределения.
15. Суммирование aberrаций. Определение допустимых значений aberrаций, вызванных погрешностями изготовления. Доверительные интервалы.
16. Децентрировка поверхностей как векторная величина.
17. Векторное суммирование aberrаций второго порядка.
18. Aberrации, вызванные децентрировкой, как случайные величины. Закон распределения и доверительный интервал значений суммарных aberrаций.
19. Влияния изменения конструктивных параметров на aberrации.
20. Расчет допусков на конструктивные параметры.
21. Определение допустимых значений aberrаций, вызванных децентрировкой.
22. Расчет допустимых значений децентрировок поверхностей.
23. Определение допусков на изготовление углов призм и пирамидальность.
24. Допуски на клиновидность пластин.
25. Определение допусков на изготовление асферических поверхностей.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Латыев С.М. Конструирование точных (оптических) приборов: Учебное пособие. / С.М. Латыев. - Издательство Политехника, 2007. - 579 - 5-7325-0563-6. - Текст: непосредственный.
2. 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. Русинов М.М. Вычислительная оптика: Справочник / М.М. Русинов, А.П. Грамматин, П.Д. Иванов и др.; М. М. Русинов, А. П. Грамматин, П.Д. Иванов и др. ;. - Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1984. - 423 с.: ил. - 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
2. https://www.spectralcalc.com/blackbody_calculator/blackbody.php - Blackbody Calculator.
3. <https://www.spectraplot.com/blackbody> - Blackbody Emission Simulator.
4. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека КиберЛенинка, построенная на парадигме открытой науки (Open Science).
5. <https://www.iprbookshop.ru/> - Электронно-библиотечная система "IPRbooks"
6. <https://sdo.miigaik.ru/> - Система дистанционного обучения Московского государственного университета геодезии и картографии
7. <https://www.iprbookshop.ru/> - Электронно-библиотечная система "IPRbooks"
8. <https://lib.miigaik.ru/> - ИРБИС64 электронная библиотека
9. <http://www.complexdoc.ru/> - Электронный фонд правовых и нормативнотехнических документов

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

Компьютерный класс

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 1 шт.

Интерактивная панель - 0 шт.

Меловая доска - 1 шт.

Проектор - 0 шт.

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.