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
18 апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.ДВ.05.02 АСФЕРИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ В ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ»

Уровень высшего образования: специалитет

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

Направленность(профиль) подготовки: Электронные и оптико-электронные приборы и системы дистанционного зондирования Земли

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

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

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2025

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

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	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 - направлена на освоение обучающимися компетенций, связанных с изучением аберрационных свойств асферических поверхностей и теорией проектирования, с их использованием в линзовых, зеркальных и зеркальнолинзовых оптических системах с целью разработки компактных и светосильных или широкоугольных систем.

Задачи изучения дисциплины:

- получение обучающимися теоретических знаний по теории аберраций асферических линзовых и зеркальных поверхностей, их корректной установке в оптической системе;
- получение практических навыков по габаритному и аберрационному расчетам ОС с асферическими поверхностями и основам проектирования..

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-2 Способность к математическому моделированию процессов и объектов оптотехники и их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов

ПК-2.1 Разрабатывает алгоритмы и реализует математические и компьютерные модели моделирования оптических явлений на языке высокого уровня с использованием объектно-ориентированных технологий

Знать:

ПК-2.1/Зн2 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексо

ПК-2.1/Зн5 Принципы конструирования оптико-электронных приборов и построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-2.1/Зн6 Государственные и отраслевые стандарты, стандарты организации. Особенности конструирования деталей

Уметь:

ПК-2.1/Ум3 Работать с научно-технической информацией

ПК-2.1/Ум4 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемой ОС с асферическими поверхностями в составе оптического и оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Владеть:

ПК-2.1/Нв3 Основами и принципами построения оптико-элгктронных приборов, в состав которых входят оптические системы со сферическими и асферическими поверхностями

ПК-2.1/Нв4 Умением формирования технических требований на проектирование оптических систем оптических и оптикоэлектронных приборов

ПК-2.2 Разрабатывает, реализует и применяет в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении конкретных оптических задач

Знать:

ПК-2.2/Зн2 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-2.2/Зн4 Принципы конструирования оптико-электронных приборов

ПК-2.2/Зн5 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-2.2/Ум3 Представлять информацию в систематизированном виде

ПК-2.2/Ум4 Разрабатывать конструкторскую документацию

ПК-2.2/Ум5 Рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях

Владеть:

ПК-2.2/Нв2 Умением корректирования и обоснования технического задания в области разработки отдельных блоков и узлов приборов оптотехники с соблюдением их задаваемых характеристик.

ПК-2.2/Нв3 Рассчитывать в соответствии с техническим заданинем типовые оптические системы с асферическими поверхностями

ПК-2.3 Разрабатывает библиотеки и подпрограммы (макросы) для решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля оптотехники

Знать:

ПК-2.3/Зн5 Методы проведения патентных исследований

ПК-2.3/Зн6 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-2.3/Зн7 Принципы конструирования оптико-электронных приборов

Уметь:

ПК-2.3/Ум2 Работать с базами данных и источниками информации

ПК-2.3/Ум4 Производить патентный поиск

ПК-2.3/Ум5 Работать с научнотехнической информацией

Владеть:

ПК-2.3/Нв2 Методами проведения патентных поисков и анализом полученной информации с целью дальнейшего внедрения в производство более доступных результатов из патентов, например, . формы асферических поверхностец

ПК-3 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

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/Зн20 Основные области и специфику применения оптотехники, оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов.

ПК-3.1/Зн21 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-3.1/Зн22 Принципы конструирования оптико-электронных приборов.

Уметь:

ПК-3.1/Ум14 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптикоэлектронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. Работать с научно-технической информацией. Обосновывать предлагаемые решения.

Владеть:

ПК-3.1/Нв15 Способностью к анализу технических требований к разрабатываемым оптическим системам в приборах оптотехники. Способностью к расчету и проектированию типовых оптических систем с использованием систем автоматизиросанного проектирования в соответствии с техническим заданием.

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/Зн15 Основные области и специфику применения оптотехники, оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов.

ПК-3.2/Зн16 Принципы конструирования оптико-электронных приборов.

ПК-3.2/Зн17 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-3.2/Ум14 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптикоэлектронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.

ПК-3.2/Ум15 Работать с научно-технической информацией.

ПК-3.2/Ум16 Обосновывать предлагаемые решения.

Владеть:

ПК-3.2/Нв12 Способностью к анализу технических требований к разрабатываемым оптическим системам в приборах оптотехники.

ПК-3.2/Нв13 Способностью к расчету и проектированию типовых оптических систем с использованием систем автоматизиросанного проектирования в соответствии с техническим заданием.

ПК-3.3 Разрабатывает проектно-конструкторскую и техническую документацию на всех этапах жизненного цикла оптических, оптико-электронных приборов, механических блоков, узлов и деталей в соответствии с требованиями технического задания, стандартов качества, надежности, безопасности и технологичности с использованием систем автоматизированного проектирования

Знать:

ПК-3.3/Зн12 Основные области и специфику применения оптотехники, 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-3.3/Ум12 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. Работать с научно-технической информацией. Обосновывать предлагаемые решения.

Владеть:

ПК-3.3/Нв9 Способностью к анализу технических требований к разрабатываемым оптическим системам в приборах оптотехники. Способностью к расчету и проектированию типовых оптических систем с использованием систем автоматизиросанного проектирования в соответствии с техническим заданием.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.05.02 «Асферические поверхности в оптических системах» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7.

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)
7 семестр	108	3	17	36	55	Зачет с оценкой
Всего	108	3	17	36	55	

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, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Исторически первые асферичекие поверхности (АП). Общие характеристики АП и расчет, Коэффициент деформации. Уравнение профиля поверхности	**22**	**4**	**6**	**12**	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Тема 1.1. Тема 1	10	2	2	6	
Тема 1.2. Законы геометрической оптики	12	2	4	6	

Раздел 2. Условие точечного изображения. Анаберрационные поверхности и системы. Расчет анаберрационных линз. Анаберрационные линзы без параксиальной области Анастигматические поверхности и линзы.	**16**	**2**	**6**	**8**	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Тема 2.3. Идеальная оптическая система	16	2	6	8	
Раздел 3. Теория аберраций оптических систем с АП. Перенос деформации с одной поверхности на другую. Апланатические двухзеркальные системы: оптические схемы и расчет.	**36**	**6**	**12**	**18**	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Тема 3.4. Тема 4	12	2	4	6	
Тема 3.5. Тема 5	12	2	4	6	
Тема 3.6. Тема 6	12	2	4	6	
Раздел 4. Расчет линз значительной толщины с АП при условии исправления четырех монохроматических аберраций. Методы расчета систем с АП: сравнительный анализ. Исправление аберраций высших порядков	**16**	**2**	**6**	**8**	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Тема 4.7. Тема 7	16	2	6	8	
Раздел 5. --	**18**	**3**	**6**	**9**	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Тема 5.10. Тема 10	18	3	6	9	
Итого	**108**	**17**	**36**	**55**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Исторически первые асферичекие поверхности (АП). Общие характеристики АП и расчет, Коэффициент деформации. Уравнение профиля поверхности

Тема 1.1. Тема 1

Лекция № 1.

Тема 1.2. Законы геометрической оптики

Лекция материалы.
Практическое занятие № 2.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

Раздел 2. Условие точечного изображения. Анаберрационные поверхности и системы. Расчет анаберрационных линз. Анаберрационные линзы без параксиальной области Анастигматические поверхности и линзы.

Тема 2.3. Идеальная оптическая система

Лекция № 3
Практическое занятие № 3
Практическое занятие № 4
Лекция № 4 \ оптической системы.
Практическое занятие № 5
Практическое занятие № 6
Практическое занятие №7
Практическое занятие №8

Раздел 3. Теория аберраций оптических систем с АП. Перенос деформации с одной поверхности на другую. Апланатические двухзеркальные системы: оптические схемы и расчет.

Тема 3.4. Тема 4

Практическое занятие №9
Практическое занятие №10
Практическое занятие №11
Практическое занятие №12
Лекция № 5
Лекция № 6

Тема 3.5. Тема 5

Лекция № 7
Практическое занятие № 14

Тема 3.6. Тема 6

Лекция № 8
Практическое занятие № 15
Практическое занятие № 16
Практическое занятие № 17
Практическое занятие № 18

Раздел 4. Расчет линз значительной толщины с АП при условии исправления четырех монохроматических аберраций. Методы расчета систем с АП: сравнительный анализ. Исправление аберраций высших порядков

Тема 4.7. Тема 7

Лекция № 9
Практическое занятие № 19
Практическое занятие № 20
Лекция № 10
Практическое занятие № 21
Практическое занятие № 22
Лекция № 11
Практическое занятие № 24
Практическое занятие № 25
Практическое занятие № 26
Практическое занятие № 27
Лекция № 14
Лекция № 15
Практическое занятие № 28

Раздел 5. --

Тема 5.10. Тема 10

Лекция № 16

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 с оценкой, 7 семестр.

При проведении промежуточной аттестации, учитываются результаты оценивания, полученные за каждый элемент оценивания в ходе текущего контроля. При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете, в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может задавать от 1-3 дополнительных вопросов.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Исторически первые асферичекие поверхности (АП). Общие характеристики АП и расчет, Коэффициент деформации. Уравнение профиля поверхности
Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

Тема 1.2. Законы геометрической оптики

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Когда и каким учёным были впервые предложены и рассчитаны первые анаберрационные поверхности? Почему до сих пор они применяются достаточно редко? Когда и кем впервые были разработаны классические двухзеркальные системы?

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Зачет с оценкой
Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-3.1 ПК-2.2 ПК-3.2 ПК-2.3 ПК-3.3
Вопросы/Задания:

1. Когда и каким учёным были впервые предложены и рассчитаны первые анаберрационные поверхности? Почему до сих пор они применяются достаточно редко? Когда и кем впервые были разработаны классические двухзеркальные системы?

2. Привести примеры наиболее эффективного и целесообразного применения асферических поверхностей в ОС.

3. Преимущества и недостатки асферических поверхностей по сравнению со сферическими.

4. Условие образования точечного изображения, его физический смысл, применение при расчете систем с АП. Привести пример

5. Условие образования точечного изображения. Записать его для вывода уравнения овала Декарта, приведя рисунок и показав все отрезки, необходимые для вывода. Перечислить виды уравнений профиля поверхностей, которые можно получить из уравнения овала Декарта, записав граничные условия.

6. Число свободных параметров и преимущества АП по сравнению со сферическими поверхностями. АП высших порядков и их применение в ОС

7. Число коррекционных параметров асферической поверхности высших порядков и возможности исправления аберраций

8. Общие характеристики АП (вершинный радиус кривизны, меридиональный и сагиттальный радиусы кривизны, коэффициент деформации, отступление от вершинной сферы, уравнение профиля) и их определение

9. Вершинный радиус кривизны АП и его определение для отдельных линз с АП и для отдельного зеркала

10. Меридиональный и сагиттальный радиусы кривизны АП: показать на рисунке

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. 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.

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. Расчет и проектирование оптических систем: Учебник для вузов в 2-х частях. Часть 2. / Л.А. Запрягаева, И.С. Свешникова. - 2-е издание исправленное и дополненное. - МИИГАиК, 2009. - 258 - 978-5-91188-018-7. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. 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.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/ - IPR SMART
8. 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

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.