



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

Протокол от 31 мая 2021 г. № 34

**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): 2021

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

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

Москва, 2021

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	09.04.2021, № 4

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 абберрационных 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 аббераций асферических линзовых и зеркальных поверхностей, их корректной установке в оптической системе;
- получение практических навыков по габаритному и абберационному 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 оплотехники 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 комплексов

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-электронных 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 оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях

Владеть:

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

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

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

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 поверхностей

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/Зн20 Основные области и специфику применения оплотехники, 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 оплотехнике, 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 оптоэлектроники. Способностью к расчету и проектированию типовых оптических систем с использованием систем автоматизированного 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 оптоэлектроники, 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 оптоэлектронике, 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 оптоэлектроники.

ПК-3.2/Нв13 Способностью к расчету и проектированию типовых оптических систем с использованием систем автоматизированного 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 оптоэлектроники, 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 оптоэлектронике, 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 оптоэлектроники. Способностью к расчету и проектированию типовых оптических систем с использованием систем автоматизированного 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	17	74	Зачет
Всего	108	3	17	17	74	

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, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Исторически первые асферические поверхности (АП). Общие характеристики АП и расчет, Коэффициент деформации. Уравнение профиля поверхности	24	4	4	16	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Тема 1.1. Тема 1	12	2	2	8	
Тема 1.2. Законы геометрической оптики	12	2	2	8	
Раздел 2. Условие точечного изображения. Анаберрационные поверхности и системы. Расчет анаберрационных линз. Анаберрационные линзы без параксиальной области Анастигматические поверхности и линзы.	12	2	2	8	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

Тема 2.3. Идеальная оптическая система	12	2	2	8	
Раздел 3. Теория aberrаций оптических систем с АП. Перенос деформации с одной поверхности на другую. Апланатические двухзеркальные системы: оптические схемы и расчет.	42	6	6	30	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Тема 3.4. Тема 4	14	2	2	10	
Тема 3.5. Тема 5	14	2	2	10	
Тема 3.6. Тема 6	14	2	2	10	
Раздел 4. Расчет линз значительной толщины с АП при условии исправления четырех монохроматических aberrаций. Методы расчета систем с АП: сравнительный анализ. Исправление aberrаций высших порядков	14	2	2	10	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3
Тема 4.7. Тема 7	14	2	2	10	
Раздел 5. --	16	3	3	10	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3
Тема 5.10. Тема 10	16	3	3	10	
Итого	108	17	17	74	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Исторически первые асферические 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 aberrаций 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 aberrаций. Методы расчета систем с АП: сравнительный анализ. Исправление aberrаций 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, 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 асферические 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

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.miiigaik.ru/> - Система дистанционного обучения Московского государственного университета геодезии и картографии

7. <https://www.iprbookshop.ru/> - IPR SMART

8. <https://lib.miiigaik.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.