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
24 марта 2025 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) «Б1.В.11 ОРТОГОНАЛЬНЫЕ АБЕРРАЦИИ»

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: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2025

Разработчики:

Профессор кафедры Прикладной оптики, д.н., профессор
Бездидько С. Н.

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) составлен 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

1. Планируемые результаты обучения, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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-4.1 Определяет перечень проблем в области получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем

Знать:

ПК-4.1/Зн6 Взаимосвязь классических и ортогональных волновых аберраций. Методы оценки аберраций высших порядков и потенциальных возможностей оптических систем в зависимости от их основных характеристик.

Уметь:

ПК-4.1/Ум5 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым оптическим системам, Анализировать аберрационные характеристики оптических систем и основные характеристики качества изображения. Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования оптических систем и анализа их аберрационных свойств.

Владеть:

ПК-4.1/Нв6 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета.

ПК-4.2 Осуществляет поиск имеющихся технологий получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем

Знать:

ПК-4.2/Зн6 Методы проведения патентных исследований с использованием автоматизированных баз данных готовых оптических систем LensView и Zebase

Уметь:

ПК-4.2/Ум6 Производить патентный поиск. Работать с научно-технической информацией Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора и оптического тракта. Работать с базами данных и источниками информации

Владеть:

ПК-4.2/Нв6 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета.

ПК-4.3 Проводит сравнительный анализ изделий-аналогов

Знать:

ПК-4.3/Зн6 Основные области и специфика 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 Компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-4.3/Ум7 Производить патентный поиск Работать с научно-технической информацией Обосновывать предлагаемые решения Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Владеть:

ПК-4.3/Нв7 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета.

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/Зн6 Основные области и специфика 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 Компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-4.5/Ум6 Производить патентный поиск Работать с научно-технической информацией Обосновывать предлагаемые решения Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Владеть:

ПК-4.5/Нв7 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета.

2. Показатели и критерии оценивания компетенций

Планируемые результаты освоения программы	Уровень овладения	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ по уровням освоения)
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	Повышенный	ИДК ПК-4.1 Определяет перечень проблем в области получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем Знать: ПК-4.1/Зн6 Взаимосвязь классических и ортогональных волновых аберраций. Методы оценки аберраций высших порядков и потенциальных возможностей оптических систем в зависимости от их основных характеристик. Уметь: ПК-4.1/Ум5 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым оптическим системам, Анализировать аберрационные характеристики оптических систем и основные характеристики качества изображения. Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования оптических систем и анализа их аберрационных свойств. Владеть: ПК-4.1/Нв6 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета.

		ИДК ПК-4.2 Осуществляет поиск имеющихся технологий получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем Знать: ПК-4.2/Зн6 Методы проведения патентных исследований с использованием автоматизированных баз данных готовых оптических систем LensView и Zebase Уметь: ПК-4.2/Ум6 Производить патентный поиск. Работать с научно-технической информацией Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора и оптического тракта. Работать с базами данных и источниками информации Владеть: ПК-4.2/Нв6 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета. ИДК ПК-4.3 Проводит сравнительный анализ изделий-аналогов Знать: ПК-4.3/Зн6 Основные области и специфика 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 Компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Уметь: ПК-4.3/Ум7 Производить патентный поиск Работать с научно-технической информацией Обосновывать предлагаемые решения Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов Владеть: ПК-4.3/Нв7 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета.

		ИДК 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/Зн6 Основные области и специфика 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 Компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Уметь: ПК-4.5/Ум6 Производить патентный поиск Работать с научно-технической информацией Обосновывать предлагаемые решения Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов Владеть: ПК-4.5/Нв7 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета.
	Базовый	ИДК ПК-4.1 Определяет перечень проблем в области получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем Знать: ПК-4.1/Зн6 Взаимосвязь классических и ортогональных волновых аберраций. Методы оценки аберраций высших порядков и потенциальных возможностей оптических систем в зависимости от их основных характеристик. Уметь: ПК-4.1/Ум5 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемым оптическим системам, Анализировать аберрационные характеристики оптических систем и основные характеристики качества изображения. Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования оптических систем и анализа их аберрационных свойств.

			ИДК ПК-4.2 Осуществляет поиск имеющихся технологий получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем Знать: ПК-4.2/Зн6 Методы проведения патентных исследований с использованием автоматизированных баз данных готовых оптических систем LensView и Zebase Уметь: ПК-4.2/Ум6 Производить патентный поиск. Работать с научно-технической информацией Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора и оптического тракта. Работать с базами данных и источниками информации ИДК ПК-4.3 Проводит сравнительный анализ изделий-аналогов Знать: ПК-4.3/Зн6 Основные области и специфика 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 Компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Уметь: ПК-4.3/Ум7 Производить патентный поиск Работать с научно-технической информацией Обосновывать предлагаемые решения Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

		ИДК 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/Зн6 Основные области и специфика 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 Компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Уметь: ПК-4.5/Ум6 Производить патентный поиск Работать с научно-технической информацией Обосновывать предлагаемые решения Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов
	Пороговый	ИДК ПК-4.1 Определяет перечень проблем в области получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем Знать: ПК-4.1/Зн6 Взаимосвязь классических и ортогональных волновых аберраций. Методы оценки аберраций высших порядков и потенциальных возможностей оптических систем в зависимости от их основных характеристик. ИДК ПК-4.2 Осуществляет поиск имеющихся технологий получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем Знать: ПК-4.2/Зн6 Методы проведения патентных исследований с использованием автоматизированных баз данных готовых оптических систем LensView и Zebase

		ИДК ПК-4.3 Проводит сравнительный анализ изделий-аналогов Знать: ПК-4.3/Зн6 Основные области и специфика 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 Компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ИДК 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/Зн6 Основные области и специфика 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 Компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

3. Шкала оценивания

Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
Зачтено	ПК-4.1 Определяет перечень проблем в области получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем ПК-4.1/Зн6 Взаимосвязь классических и ортогональных волновых аберраций. Методы оценки аберраций высших порядков и потенциальных возможностей оптических систем в зависимости от их основных характеристик. ПК-4.2 Осуществляет поиск имеющихся технологий получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем ПК-4.2/Зн6 Методы проведения патентных исследований с использованием автоматизированных баз данных готовых оптических систем LensView и Zebase

	ПК-4.3 Проводит сравнительный анализ изделий-аналогов ПК-4.3/Зн6 Основные области и специфика 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 Компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-4.5 Разрабатывает и исследует новые способы и принципы функционирования оптических и оптико- электронных приборов и систем получения, хранения и обработки информации ПК-4.5/Зн6 Основные области и специфика 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 Компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
Не зачтено	Результаты обучения не сформированы на достаточном уровне

4. Контрольные мероприятия по дисциплине

Вид контроля	Форма контроля/Оценочное средство
Текущий контроль	Практическая работа
Промежуточная аттестация	Контрольная работа Зачет

№ п/п	Наименование раздела	Контролируемые ИДК	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
			Текущий	Промежут. аттестация
1	Этапы процесса проектирования. Классическое представление аберрационной функции и отдельные аберрации различных порядков. Ортогональные полиномы Цернике.	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.5	Практическая работа	Зачет
2	Определение ортогональных аберраций. Методы вычисления ортогональных аберраций и определение основных аберрационных характеристик качества изображения оптических систем.	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.5	Практическая работа	Зачет
3	Основные свойства ортогональных аберраций. Методы определения коррекционных возможностей оптических систем.	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.5	Практическая работа	Зачет
4	Определение предельно достижимых аберрационных характеристик исследуемых оптических систем. Основные принципы построения баз знаний по оптическим системам	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.5	Практическая работа	Зачет

5	Локальная ограниченность программ оптимизации оптических систем и использование ортогональных аберраций при создании новых глобальных методов оптимизации.	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.5		Зачет

5. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:

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

Промежуточная аттестация: Зачет, 1 семестр.

при проведении 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

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Этапы процесса проектирования. Классическое представление аберрационной функции и отдельные аберрации различных порядков. Ортогональные полиномы Цернике.

Контролируемые ИДК: ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.5

Тема 1.1. Введение. Общий анализ аберраций оптических систем

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Разбор конкретных ситуаций, компьютерные симуляции

Раздел 2. Определение ортогональных аберраций. Методы вычисления ортогональных аберраций и определение основных аберрационных характеристик качества изображения оптических систем.

Контролируемые ИДК: ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.5

Тема 2.2. Определение ортогональных аберраций.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Разбор конкретных ситуаций, компьютерные симуляции

Тема 2.3. Вычисления аберрационных коэффициентов и характеристик качества изображения

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Разбор конкретных ситуаций, компьютерные симуляции

Раздел 3. Основные свойства ортогональных аберраций. Методы определения коррекционных возможностей оптических систем.

Контролируемые ИДК: ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.5

Тема 3.4. Основные свойства ортогональных аберрации

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Разбор конкретных ситуаций, компьютерные симуляции

Тема 3.5. Аберрационные свойства оптических систем

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Разбор конкретных ситуаций, компьютерные симуляции

Раздел 4. Определение предельно достижимых аберрационных характеристик исследуемых оптических систем. Основные принципы построения баз знаний по оптическим системам

Контролируемые ИДК: ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.5

Тема 4.6. Методика определение предельно возможных значений углового поля зрения и относительного отверстия исследуемых оптических систем.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Разбор конкретных ситуаций, компьютерные симуляции

Тема 4.7. Основные принципы построения интеллектуальных баз знаний по оптическим системам.

Форма контроля/оценочное средство: Практическая работа

Вопросы/Задания:

1. Разбор конкретных ситуаций, компьютерные симуляции

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

1 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-4.1 ПК-4.2 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. Полиномы Цернике и их применение в вычислительной оптике.
2. Структура и свойства ортогональных полиномов Цернике.
3. Коэффициент Штреля и его представление в случае малых аберра-ций.

4. Вид классического представления волновых аберраций. Порядок отдельной классической аберрации.
5. Ортогональность функций. Определение ортогональных полиномов в трехмерной области.
6. Ортогональное представление волновой аберрации.
7. Отдельные ортогональные аберрации и их порядок.
8. Структура отдельных ортогональных аберраций.
9. Методика вычисления коэффициентов Alkm разложения волновой аберрации по ортогональным полиномам.
Интегральная характеристика качества изображения по области по-ле-зрачок.
10. Средний квадрат отклонения волнового фронта (аберрационный функционал) и его представление через ортогональные аберрации.
11. Разделение вклада аберраций различных порядков в средний квадрат отклонения волнового фронта.
12. Определение степени аберрационного полинома по каждой из пе-ременных (методика выбора наиболее значимых отдельных аберра-ций).
13. Влияние изменения конструктивных параметров на изменение аберраций различных порядков.
14. Влияние локальной оптимизации на аберрационные характери-стики оптических систем.
15. Основные свойства ортогональных аберраций.
16. Использование ортогональных аберраций при выборе исходной схемы - прототипа для проектирования оптической системы.
17. Коэффициент подобия оптических систем по аберрационным ха-рактеристикам.
18. Новые подходы к оптимизации оптических систем на базе исполь-зования ортогональных аберраций.
19. Определение предельных значений углового поля и светосилы для различных типов оптических систем.
20. Определение предельно возможного качества изображения опти-ческих систем различной сложности, используя базы данных опти-ческих систем.
21. Коэффициент сложности требований технического задания на проектирование.
22. Причины локальной ограниченности программ оптимизации.