



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)
«ФТД.02 ТЕОРИЯ АБЕРРАЦИЙ ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

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: 2 з.е.
в академических часах: 72 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 Опотехника, 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-2 Способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи

ПК-2.1 Формулирует постановку задачи и определяет набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий оплотехники

Знать:

ПК-2.1/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-2.1/Ум3 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.

Владеть:

ПК-2.1/Нв3 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета

ПК-2.2 Определяет выходные параметры и функции разрабатываемого оптико-электронного прибора, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.2/Зн5 Компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования. Основы алгоритмизации и программирования

Уметь:

ПК-2.2/Ум4 Производить компьютерное моделирование с использованием методов системного подхода для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования разрабатываемых оптических и оптико-электронных приборов

Владеть:

ПК-2.2/Нв4 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета

ПК-2.3 Разрабатывает математические модели функционирования оптико- электронных приборов на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.3/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Уметь:

ПК-2.3/Ум3 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.

Владеть:

ПК-2.3/Нв3 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета

ПК-2.4 Проводит компьютерное моделирование функционирования оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.4/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-2.4/Ум3 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Владеть:

ПК-2.4/Нв3 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета

ПК-2.5 Проводит анализ полученных результатов моделирования работы оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.5/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-2.5/Ум3 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Владеть:

ПК-2.5/Нв3 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-2 Способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи	Повышенный	ИДК ПК-2.1 Формулирует постановку задачи и определяет набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий оплотехники Знать: ПК-2.1/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Уметь: ПК-2.1/Ум3 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. Владеть: ПК-2.1/Нв3 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета

ИДК ПК-2.2 Определяет выходные параметры и функции разрабатываемого оптико-электронного прибора, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.2/Зн5 Компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования. Основы алгоритмизации и программирования

Уметь:

ПК-2.2/Ум4 Производить компьютерное моделирование с использованием методов системного подхода для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования разрабатываемых оптических и оптико-электронных приборов

Владеть:

ПК-2.2/Нв4 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета

ИДК ПК-2.3 Разрабатывает математические модели функционирования оптико- электронных приборов на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.3/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Уметь:

ПК-2.3/Ум3 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.

Владеть:

ПК-2.3/Нв3 Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета

ИДК ПК-2.4 Проводит компьютерное моделирование функционирования оптико- электронных приборов на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.4/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

	Уметь: ПК-2.4/УмЗ Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого опико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов Владеть: ПК-2.4/НвЗ Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета ИДК ПК-2.5 Проводит анализ полученных результатов моделирования работы опико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений Знать: ПК-2.5/ЗнЗ Основные области и специфика применения опотехники, оптических и опико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и опико-электронных приборов и комплексов Уметь: ПК-2.5/УмЗ Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого опико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов Владеть: ПК-2.5/НвЗ Методикой составления технического задания на проектирование новых оптических систем и основными принципами их построения и расчета
Базовый	ИДК ПК-2.1 Формулирует постановку задачи и определяет набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий опотехники Знать: ПК-2.1/ЗнЗ Основные области и специфика применения опотехники, оптических и опико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и опико-электронных приборов и комплексов Уметь: ПК-2.1/УмЗ Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого опико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.

ИДК ПК-2.2 Определяет выходные параметры и функции разрабатываемого оптико-электронного прибора, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.2/Зн5 Компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования. Основы алгоритмизации и программирования

Уметь:

ПК-2.2/Ум4 Производить компьютерное моделирование с использованием методов системного подхода для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования разрабатываемых оптических и оптико-электронных приборов

ИДК ПК-2.3 Разрабатывает математические модели функционирования оптико- электронных приборов на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.3/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Уметь:

ПК-2.3/Ум3 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.

ИДК ПК-2.4 Проводит компьютерное моделирование функционирования оптико- электронных приборов на основе физических процессов и явлений

Знать:

ПК-2.4/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-2.4/Ум3 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

	ИДК ПК-2.5 Проводит анализ полученных результатов моделирования работы оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений Знать: ПК-2.5/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Уметь: ПК-2.5/Ум3 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов
Пороговый	ИДК ПК-2.1 Формулирует постановку задачи и определяет набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий оплотехники Знать: ПК-2.1/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ИДК ПК-2.2 Определяет выходные параметры и функции разрабатываемого оптико-электронного прибора, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений Знать: ПК-2.2/Зн5 Компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования. Основы алгоритмизации и программирования ИДК ПК-2.3 Разрабатывает математические модели функционирования оптико- электроннх приборов на основе физических процессов и явлений Знать: ПК-2.3/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

		ИДК ПК-2.4 Проводит компьютерное моделирование функционирования оптико- электронных приборов на основе физических процессов и явлений Знать: ПК-2.4/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ИДК ПК-2.5 Проводит анализ полученных результатов моделирования работы оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений Знать: ПК-2.5/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
--	--	---

3. Шкала оценивания

Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
Зачтено	ПК-2.1 Формулирует постановку задачи и определяет набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование процессов, явлений и особенностей работы изделий оплотехники ПК-2.1/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-2.2 Определяет выходные параметры и функции разрабатываемого оптико-электронного прибора, которые должны быть определены в результате моделирования его функционирования на основе физических процессов и явлений ПК-2.2/Зн5 Компьютерные технологии и программные средства проектирования и конструирования. Основы алгоритмизации и программирования ПК-2.3 Разрабатывает математические модели функционирования оптико- электронных приборов на основе физических процессов и явлений ПК-2.3/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-2.4 Проводит компьютерное моделирование функционирования оптико- электронных приборов на основе физических процессов и явлений ПК-2.4/Зн3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

	ПК-2.5 Проводит анализ полученных результатов моделирования работы оптико-электронных приборов на основе физических процессов и явлений ПК-2.5/3н3 Основные области и специфика применения оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав 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	
Промежуточная аттестация	Контрольная работа Зачет

№ п/п	Наименование раздела	Контролируемые ИДК	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
			Текущий	Промежут. аттестация
1	Общий анализ aberrаций оптических систем. Волновая и геометрические aberrации.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.5		Зачет
2	Теория монохроматических aberrаций третьего порядка	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.5		Зачет
3	Теория хроматических aberrаций	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.5		Зачет
4	Условия идеального изображения точки. Апланатические поверхности.	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.5		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, 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

6. Оценочные материалы текущего контроля

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

2 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-2.5

Вопросы/Задания:

1. Способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору численного метода их моделирования, разработке нового или выбор готового алгоритма решения задачи

1. Понятие эйконала.
2. Аберрации оптических систем 3 порядка.
3. Общий вид выражений для аберраций третьего порядка.
4. Определение коэффициентов аберраций третьего порядка центрированной оптической системы.
5. Выражения для поперечных аберраций 3 порядка $\delta g'$ и $\delta G'$ и сумм Зейделя для одной поверхности.
6. Выражения для поперечных аберраций 3 порядка $\delta g'$ и $\delta G'$ и сумм Зейделя для оптической системы.
7. Аберрации третьего порядка систем из бесконечно тонких компонентов.
8. Основные параметры бесконечно тонкого компонента.
9. Аберрации третьего порядка тонкого компонента при переворачивании компонента.
10. Основные аберрационные параметры P , W , π бесконечно тонкой линзы.
11. Изменение основных аберрационных параметров при изменении формы линзы.
12. Определение модифицированных основных параметров.
13. Обращение хода луча в тонкой системе и основные аберрационные параметры.
14. Минимальные значения основных параметров P_0 для отдельной линзы.
15. Апланатические точки преломляющей поверхности.
16. Анаберрационные преломляющие поверхности.
17. Анаберрационные отражающие поверхности.
18. Изображение точки при наличии сферической аберрации 3 порядка.
19. Определение распределения светового пучка в кружке рассеяния изображения точки при наличии сферической аберрации 3 порядка.
20. Плоскость наименьшего кружка рассеяния при наличии сферической аберрации 3 порядка.
21. Фигуры изображения точки при наличии комы.
22. Фигуры изображения точки при наличии астигматизма и кривизны изображения.
23. Изображение объекта при наличии дисторсии.
24. Классификация хроматических аберраций.
25. Показатели преломления и дисперсия оптических материалов.
26. Хроматическая аберрация положения.
27. Хроматическая аберрация увеличения.
28. Хроматические аберрации оптической системы, состоящей из бесконечно тонких компонентов.
29. Связь основных и модифицированных основных параметров.
30. Апланатические поверхности и линзы.
31. Дифракционно-ограниченные оптические системы. Критерий Релея.
32. Понятие волновой аберрации. Связь между волновыми и геометрическими аберрациями.

33. Обзор aberrаций высших порядков и их роль при создании оптических систем