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.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) ПРИКЛАДНАЯ ОПТИКА «Б1.О.19.05 ЗЕРКАЛЬНЫЕ И ЗЕРКАЛЬНО-ЛИНЗОВЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

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: 2 з.е.
в академических часах: 72 ак.ч.

Москва, 2025

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

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) составлен 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

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

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/Зн15 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-3.1/Зн24 Основные области и специфика применения оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-3.1/Зн25 Принципы конструирования оптико-электронных приборов

Уметь:

ПК-3.1/Ум16 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптикоэлектронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.

ПК-3.1/Ум17 Работать с научно-технической информацией.

ПК-3.1/Ум18 Обосновывать предлагаемые решения

Владеть:

ПК-3.1/Нв18 Расчетом и проектированием типовых зеркальных и зеркальнлинзовых оптических систем 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/Зн16 Принципы конструирования оптико-электронных приборов.

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

ПК-3.2/Зн18 Основные области и специфику применения оптотехники, оптических и оптико электронных приборов и комплексов.

Уметь:

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

ПК-3.2/Ум16 Обосновывать предлагаемые решения.

ПК-3.2/Ум17 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.

Владеть:

ПК-3.2/Нв16 Прогрессивной научно-технической информацией, на основе которой овладевать новыми подходами к решению инженерных задач по расчету и проектированию зеркальных и зеркально-линзовых систем с использованием информационных систем.

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/Зн13 Основные области и специфику применения оптотехники, оптических и оптико электронных приборов и комплексов.

Уметь:

ПК-3.3/Ум15 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.

Владеть:

ПК-3.3/Нв12 Прогрессивной научно-технической информацией, на основе которой овладевать новыми подходами к решению инженерных задач по расчету и проектированию зеркальных и зеркально-линзовых систем с использованием информационных систем.

2. Показатели и критерии оценивания компетенций

Планируемые результаты освоения программы	Уровень овладения	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ по уровням освоения)
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	Повышенный	ИДК 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/Зн15 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.1/Зн24 Основные области и специфика применения оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.1/Зн25 Принципы конструирования оптико-электронных приборов Уметь: ПК-3.1/Ум16 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптикоэлектронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. ПК-3.1/Ум17 Работать с научно-технической информацией. ПК-3.1/Ум18 Обосновывать предлагаемые решения

		Владеть: ПК-3.1/Нв18 Расчетом и проектированием типовых зеркальных и зеркальнлинзовых оптических систем в соответствии с техническим заданием ИДК 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/Зн16 Принципы конструирования оптико-электронных приборов. ПК-3.2/Зн17 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.2/Зн18 Основные области и специфику применения оптотехники, оптических и оптико электронных приборов и комплексов. Уметь: ПК-3.2/Ум15 Работать с научно-технической информацией. ПК-3.2/Ум16 Обосновывать предлагаемые решения. ПК-3.2/Ум17 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. Владеть: ПК-3.2/Нв16 Прогрессивной научно-технической информацией, на основе которой овладевать новыми подходами к решению инженерных задач по расчету и проектированию зеркальных и зеркально-линзовых систем с использованием информационных систем. ИДК 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/Зн13 Основные области и специфику применения оптотехники, оптических и оптико электронных приборов и комплексов.

		Уметь: ПК-3.3/Ум15 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. Владеть: ПК-3.3/Нв12 Прогрессивной научно-технической информацией, на основе которой овладевать новыми подходами к решению инженерных задач по расчету и проектированию зеркальных и зеркально-линзовых систем с использованием информационных систем.
	Базовый	ИДК 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/Зн15 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.1/Зн24 Основные области и специфика применения оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.1/Зн25 Принципы конструирования оптико-электронных приборов Уметь: ПК-3.1/Ум16 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптикоэлектронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. ПК-3.1/Ум17 Работать с научно-технической информацией. ПК-3.1/Ум18 Обосновывать предлагаемые решения ИДК 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/Зн16 Принципы конструирования оптико-электронных приборов. ПК-3.2/Зн17 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

		ПК-3.2/Зн18 Основные области и специфику применения оптотехники, оптических и оптико электронных приборов и комплексов. Уметь: ПК-3.2/Ум15 Работать с научно-технической информацией. ПК-3.2/Ум16 Обосновывать предлагаемые решения. ПК-3.2/Ум17 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов. ИДК 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/Зн13 Основные области и специфику применения оптотехники, оптических и оптико электронных приборов и комплексов. Уметь: ПК-3.3/Ум15 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптотехнике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.
	Пороговый	ИДК 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/Зн15 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.1/Зн24 Основные области и специфика применения оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.1/Зн25 Принципы конструирования оптико-электронных приборов

		ИДК 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/Зн16 Принципы конструирования оптико-электронных приборов. ПК-3.2/Зн17 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.2/Зн18 Основные области и специфику применения оптотехники, оптических и оптико электронных приборов и комплексов. ИДК 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/Зн13 Основные области и специфику применения оптотехники, оптических и оптико электронных приборов и комплексов.

3. Шкала оценивания

Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
Зачтено	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 ПК-3.1/Зн24 Основные области и специфика применения оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.1/Зн25 Принципы конструирования оптико-электронных приборов ПК-3.1/Зн15 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

	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 ПК-3.2/Зн18 Основные области и специфику применения оптотехники, оптических и оптико электронных 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 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 ПК-3.3/Зн13 Основные области и специфику применения оптотехники, 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	Контрольная работа Письменный опрос
Промежуточная аттестация	Контрольная работа Зачет

№ п/п	Наименование раздела	Контролируемые ИДК	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
			Текущий	Промежут. аттестация
1	Преимущества и недостатки ЗСи ЗЛС, классификация. Основные оптические характеристик и схемы ЗС... Габаритный расчет и аберрационный анализ одно- и двухзеркальных ЗС.	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Письменный опрос	Зачет
2	Афокальные, предфокальные, зафокальные двухзеркальные ЗС. Расчет апланатическмх ЗС со сферичекими и асферическими поверхностями	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Контрольная работа Письменный опрос	Зачет
3	Трёхзеркальные и четырёхзер-кальные системы. Оптические схемы, коэффициент экранирования и особен-ности габаритного расчёта ЗЛС.	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Письменный опрос	Зачет
4	Линзовые компенсаторы монохроматических аберраций. зеркальных систем. Габритный и аберрационный расчеты. Установка бленд.	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3	Письменный опрос	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, 7 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 дисцеплине (модулю) расчитывается 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. Преимущества и недостатки ЗСи ЗЛС, классификация. Основные оптические характеристик и схемы ЗС... Габаритный расчет и аберрационный анализ одно- и двухзеркальных ЗС.

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

Тема 1.1. Оптические схемы. ЗС и классификация

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Преимущества и недостатки зеркальных и зеркально-линзовых систем по сравнению с линзовыми ОС.

Тема 1.2. ЗС с асферической по- верхностью

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Преимущества и недостатки зеркальных и зеркально-линзовых систем по сравнению с линзовыми ОС.

Раздел 2. Афокальные, предфокальные, зафокальные двухзеркальные ЗС. Расчет апланатическмх ЗС со сферичекими и асферическими поверхностями

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

Тема 2.1. Оптические схемы двухзеркаьных систем. Прямые и реверсивные системы. Расчет.

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Преимущества и недостатки зеркальных и зеркально-линзовых систем по сравнению с линзовыми ОС.

Тема 2.2. Расчет анаберрационных и апланатических двух- зеркальных систем

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Преимущества и недостатки зеркальных и зеркально-линзовых систем по сравнению с линзовыми ОС.

Раздел 3. Трёхзеркальные и четырёхзер-кальные системы. Оптические схемы, коэффициент экранирования и особен-ности габаритного расчёта ЗЛС.

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

Тема 3.1. Многозеркальные системы.

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Преимущества и недостатки зеркальных и зеркально-линзовых систем по сравнению с линзовыми ОС.

Тема 3.2. Зеркально-линзовые системы

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Преимущества и недостатки зеркальных и зеркально-линзовых систем по сравнению с линзовыми ОС.

Раздел 4. Линзовые компенсаторы монохроматических аберраций. зеркальных систем. Габритный и аберрационный расчеты. Установка бленд.

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

Тема 4.1. Афокальные компенсаторы.

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Тема 4.2. Неафокальные компенсаторы

Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос

Вопросы/Задания:

1. Преимущества и недостатки зеркальных и зеркально-линзовых систем по сравнению с линзовыми ОС.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3

Вопросы/Задания:

1. ПК-3

1. Преимущества и недостатки зеркальных и зеркально-линзовых систем по сравнению с линзовыми ОС.
2. Центральное экранирование и его влияние на распределение освещенности в дифракционном изображении точки и на предел разрешения. Привести соответствующий график.
3. Рекомендуемые значения коэффициента центрального экранирования.

4. Эффективное относительное отверстие, его физический смысл. Привести пример.
5. Сравнить сферическую аберрацию третьего порядка сферического вогнутого зеркала и бесконечно тонкой линзы, рассчитанной на минимум сферической аберрации третьего порядка
6. В каком случае и почему сферическое зеркало не вносит полевые аберрации, кроме кривизны поля? Привести оптическую схему такой системы и ее название. Когда она впервые и кем была разработана?
7. Докажите, что параболоидное зеркало является анаберрационным. Привести точный вывод.
8. Приведите оптические схемы объективов телескопа Зукхиуса, телескопа Ломоносова и Гершеля. Какие преимущества они имеют?
9. Перечислите и назовите классические двухзеркальные системы, не вносящие сферической аберрации. Когда они были разработаны? Приведите их оптические схемы, покажите фокусные расстояния и объясните, почему каждое зеркало имеет определенную форму поверхности.
10. Приведите оптическую схему объектива Несмита. Где он применяется?
11. Классификация двухзеркальных систем. Приведите оптические схемы предфокальных, зафокальных и афокальных систем.
12. Какие двухзеркальные системы относят к «прямым» и «обратным», или «обращенным», «реверсивным»? Приведите их оптические схемы. Как определяется коэффициент экранирования в обратной схеме Кассегрена? Показать на оптической схеме и написать формулу.
13. Приведите прямую и обращенную схему типа Грегори и объясните, как
в каждой системе определяют коэффициент центрального экранирования.
14. Какие зеркальные системы чаще всего применяют в приборах дистанционного зондирования?
15. Приведите оптическую схему системы типа Кассегрена, формирующую изображение предмета, расположенного на конечном расстоянии, с ходом апертурного луча и выведите формулу центрального экранирования.
16. Приведите оптические схемы двухзеркальных систем разных конструкций. Когда предмет расположен в бесконечности и на конечном расстоянии и объясните, какую форму имеет каждое зеркало для анаберрационной системы и как определить эксцентриситет, если габаритный расчет выполнен?
17. Зачем при расчете поверхностей зеркал используют формирования точечного изображения?
18. .Как условие рассчитать апланатические двухзеркальные системы с асферическими поверхностями? Какую форму имеют зеркала в апланатической системе типа Кассегрена?
19. Приведите оптическую схему двухзеркальной апланатической системы со сферическими поверхностями в случае предмета бесконечности.
20. Приведите оптическую схему системы Шмидта и расскажите о ее особенностях и исправлении аберраций.
21. Перечислите и нарисуйте оптические схемы линзовых ахроматических компенсаторов монохроматических аберраций. Какими аберрационными свойствами они обладают? Почему они являются апохроматами.
22. Приведите оптическую схему ЗЛС с компенсатором Максутова. Какие свойства имеет компенсатор Максутова?
23. Нарисуйте двухзеркальную систему с линзовыми компенсаторами, в которой исправлены все 5 монохроматических аберраций.
24. Что собой представляет линза Пиацци- Смита и где она применяется?
25. Перечислите и приведите оптические схемы компенсаторов монохроматических аберраций.
26. Понятие о неафокальных компенсаторах аберраций зеркальных систем.
27. Как рассчитать систему типа Кассегрена, чтобы она не вносила кривизну поля?
28. С какой целью усложняют двухзеркальный объектив и переходят к трехзеркальным и даже четырехзеркальным системам?