



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.17.01 ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 12.03.02 Оптотехника

Направленность(профиль) подготовки: Оптико-электронные приборы и системы

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2025

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 5 з.е.
в академических часах: 180 ак.ч.

Москва, 2025

Разработчики:

Преподаватель кафедры Прикладной оптики Пугачёв И. В.

Преподаватель кафедры Прикладной оптики Мотичева А. Д.

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

Старший преподаватель кафедры Прикладной оптики Успун-оол Д. О.

Старший преподаватель кафедры Прикладной оптики Понин О. В.

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.02 Опотехника, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.02.0017 № 948

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 оплотехники и лазерной техники на схмотехническом 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/Зн8 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-3.1/Зн10 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Уметь:

ПК-3.1/Ум9 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и онструировании оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов

ПК-3.1/Ум14 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Владеть:

ПК-3.1/Нв6 Графическим построением хода геометрических лучей в оптических системах для определения положения и размера изображения, зрачков, световых диаметров компонентов

ПК-3.1/Нв9 Графическим построением хода геометрических лучей в оптических системах для определения положения и размера изображения, зрачков, световых диаметров компонентов.

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/Зн6 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-3.2/Зн11 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Уметь:

ПК-3.2/Ум4 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота.

ПК-3.2/Ум5 Работать с базами данных и источниками информации

ПК-3.2/Ум11 Рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы оплотехники на схмотехническом и элементном уровнях Работать с базами данных и источниками информации.

Владеть:

ПК-3.2/Нв6 Методикой габаритного расчета оптических систем.

ПК-3.2/Нв7 Основами энергетического расчета оптических, оптико-электронных и лазерных приборов и комплексов.

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 оплотехники и лазерной техники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.	Повышенный	ИДК 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/Зн10 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.1/Зн8 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Уметь: ПК-3.1/Ум14 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.1/Ум9 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и онструировании оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов Владеть: ПК-3.1/Нв6 Графическим построением хода геометрических лучей в оптических системах для определения положения и размера изображения, зрачков, световых диаметров компонентов ПК-3.1/Нв9 Графическим построением хода геометрических лучей в оптических системах для определения положения и размера изображения, зрачков, световых диаметров компонентов. 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/Зн11 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

	ПК-3.2/Зн6 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Уметь: ПК-3.2/Ум11 Рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях Работать с базами данных и источниками информации. ПК-3.2/Ум4 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота. ПК-3.2/Ум5 Работать с базами данных и источниками информации Владеть: ПК-3.2/Нв6 Методикой габаритного расчета оптических систем. ПК-3.2/Нв7 Основами энергетического расчета оптических, оптико-электронных и лазерных приборов и комплексов. ПК-3.2/Нв9 Методикой габаритного расчета оптических систем. Основами энергетического расчета оптических, оптико-электронных и лазерных приборов и комплексов.
Базовый	ИДК 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/Зн10 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.1/Зн8 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Уметь: ПК-3.1/Ум14 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.1/Ум9 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и онструировании оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов

Базовый	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/Зн11 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.2/Зн6 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Уметь: ПК-3.2/Ум11 Рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях Работать с базами данных и источниками информации. ПК-3.2/Ум4 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота. ПК-3.2/Ум5 Работать с базами данных и источниками информации
Пороговый	ИДК 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/Зн10 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.1/Зн8 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

		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/Зн11 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.2/Зн6 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
--	--	--

3. Шкала оценивания

Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
Отлично	ПК-3.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оптоэлектроники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования ПК-3.1/Зн10 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.1/Зн8 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.1/Ум14 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.1/Ум9 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов ПК-3.1/Нв6 Графическим построением хода геометрических лучей в оптических системах для определения положения и размера изображения, зрачков, световых диаметров компонентов ПК-3.1/Нв9 Графическим построением хода геометрических лучей в оптических системах для определения положения и размера изображения, зрачков, световых диаметров компонентов.

	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/Зн11 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.2/Зн6 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.2/Ум11 Рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях Работать с базами данных и источниками информации. ПК-3.2/Ум4 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота. ПК-3.2/Ум5 Работать с базами данных и источниками информации ПК-3.2/Нв6 Методикой габаритного расчета оптических систем. ПК-3.2/Нв7 Основами энергетического расчета оптических, оптико-электронных и лазерных приборов и комплексов. ПК-3.2/Нв9 Методикой габаритного расчета оптических систем. Основами энергетического расчета оптических, оптико-электронных и лазерных приборов и комплексов.
Хорошо	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 ПК-3.1/Зн10 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.1/Зн8 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.1/Ум14 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.1/Ум9 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптикоэлектронных 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/Зн11 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.2/Зн6 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.2/Ум11 Рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях Работать с базами данных и источниками информации. ПК-3.2/Ум4 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота. ПК-3.2/Ум5 Работать с базами данных и источниками информации

Удовлетворительно	ПК-3.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оптоэлектроники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования ПК-3.1/Зн10 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.1/Зн8 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/Зн11 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.2/Зн6 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов
Неудовлетворительно	Результаты обучения не сформированы на достаточном уровне
Оценка	Критерии оценивания (перечень сформированных ИДК/ЗУВ)
Зачтено	ПК-3.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оптоэлектроники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования ПК-3.1/Зн10 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. ПК-3.1/Зн8 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/Зн6 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ПК-3.2/Зн11 Основы проектирования, конструирования и производства 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	Тестирование Контрольная работа
Промежуточная аттестация	Контрольная работа Зачет Курсовая работа Экзамен

№ п/п	Наименование раздела	Контролируемые ИДК	Вид контроля/ используемые оценочные материалы	
			Текущий	Промежут. аттестация

1	Общие положения и законы геометрической оптики	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование	Зачет Курсовая работа Экзамен
2	Теория идеальной оптической системы	ПК-3.1 ПК-3.2	Тестирование	Зачет Курсовая работа Экзамен
3	Ограничение пучков лучей в типовых оптических системах	ПК-3.1 ПК-3.2	Контрольная работа	Зачет Курсовая работа Экзамен
4	Оптика параксиальных лучей	ПК-3.1 ПК-3.2		Зачет Курсовая работа Экзамен
5	Потери энергии в оптических системах	ПК-3.1 ПК-3.2		Зачет Курсовая работа Экзамен
6	Образование совершенных изображений	ПК-3.1 ПК-3.2		Зачет Курсовая работа Экзамен

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 оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может задавать от 1-5 дополнительных вопросов.

Промежуточная аттестация: Курсовая работа, 2 семестр.

При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может задавать от 1-5 дополнительных вопросов.

Промежуточная аттестация: Экзамен, 2 семестр.

При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может задавать от 1-5 дополнительных вопросов.

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Общие положения и законы геометрической оптики

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Тема 1.2. Законы геометрической оптики

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Основные законы геометрической оптики. Явление полного внутреннего отражения.

Раздел 2. Теория идеальной оптической системы

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Тема 2.1. Идеальная оптическая система

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Двухкомпонентные системы: кардинальные элементы, оптический интервал, оптическая сила.

Раздел 3. Ограничение пучков лучей в типовых оптических системах

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Тема 3.2. Оптические системы из двух компонентов

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Частные случаи двухкомпонентных систем: телеобъектив, телескопические системы Кеплера и Галилея, оптическая система микроскопа.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

1 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Вопросы/Задания:

1. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в 1-м семестре
1. Оптическое излучение, его основные свойства и характеристики. Основные понятия геометрической оптики. Связь между волновой и геометрической оптикой.
2. Основные законы геометрической оптики. Явление полного внутреннего отражения.
3. Центрированные оптические системы, конструктивные элементы, координаты луча. Правила обозначений и знаков. Оптические материалы.
4. Идеальная оптическая система и ее свойства. Линейное увеличение. Кардинальные элементы оптической системы.
5. Свойства главных и фокальных плоскостей. Построение изображения в идеальной оптической системе.
6. Бесконечно тонкие линзы и компоненты. Оптическая сила.
7. Формулы Ньютона, Гаусса и произвольных тангенсов для сопряженных точек и отрезков.
8. Увеличения идеальной оптической системы. Узловые точки и плоскости. Связь между увеличениями.
9. Расчет хода луча по формулам произвольных тангенсов в оптической системе из нескольких тонких компонентов.
10. Двухкомпонентные системы: кардинальные элементы, оптический интервал, оптическая сила.

11. Частные случаи двухкомпонентных систем: телеобъектив, телескопические системы Кеплера и Галилея, оптическая система микроскопа.
12. Типы диафрагм. Апертурная диафрагма, входной и выходной зрачки. Апертурный луч. Относительное отверстие и числовая апертура.
13. Полевая диафрагма. Угловые и линейные поля. Полевой пучок лучей. Телецентрический ход главных лучей.
14. Виньетирование, виньетирующая диафрагма.
15. Глубина резко изображаемого пространства, глубина резкости.
16. Определение световых диаметров компонентов расчетом хода лучей.
17. Глаз как оптическая система. Строение глаза. Схематический глаз, его параметры и характеристики.
18. Фотографический объектив и его характеристики. Коллиматорный объектив. Ограничение пучков лучей.
19. Лупа (окуляр). Линейное поле, видимое увеличение лупы. Ограничение пучков лучей.
20. Зрительная труба Кеплера, видимое увеличение. Ограничение пучков лучей.
21. Оптическая система визирного микроскопа. Ограничение пучков лучей.
22. Телецентрический ход главных лучей в отсчетном микроскопе. Параллакс, погрешность параллакса

2 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Вопросы/Задания:

1. Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию во 2-м семестре
1. Ход луча через сферическую преломляющую поверхность.
2. Параксиальные лучи. Уравнение параксиального луча.
3. Инварианты в параксиальной области.
4. Фокусные расстояния преломляющей поверхности.
5. Вспомогательные параксиальные (нулевые) лучи.
6. Первый и второй параксиальные лучи.
7. Линзы конечной толщины, параметры линз. Виды линз. Кардинальные элементы.
8. Сферические зеркала.
9. Энергетические и светотехнические (фотометрические) величины и единицы их измерения.
10. Спектральная чувствительность глаза.
11. Прохождение излучения через оптические системы. Коэффициенты пропускания, отражения и поглощения.
12. Закон освещенности от точечного источника.
13. Закон Ламберта. Соотношение между светимостью и яркостью.
14. Световые трубки. Инвариант Штраубеля.
15. Инвариант Лагранжа – Гельмгольца.
16. Поток излучения, проходящий через оптическую систему.
17. Освещенность изображения. Светосила.
18. Принцип Ферма. Оптическая длина пути.
19. Условие образования идеального изображения точки.
20. Анаберрационные поверхности.
21. Образование изображения совершенных отрезков. Закон косинусов.
22. Условие Гершеля. Условие синусов Аббе.

2 семестр, Курсовая работа

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2

Вопросы/Задания:

1. Габаритный расчет двухкомпонентной оптической системы
1. Ход луча через сферическую преломляющую поверхность.
2. Параксиальные лучи. Уравнение параксиального луча.
3. Инварианты в параксиальной области.

4. Фокусные расстояния преломляющей поверхности.
5. Вспомогательные параксиальные (нулевые) лучи.
6. Первый и второй параксиальные лучи.
7. Линзы конечной толщины, параметры линз. Виды линз. Кардинальные элементы.
8. Сферические зеркала.
9. Энергетические и светотехнические (фотометрические) величины и единицы их измерения.
10. Спектральная чувствительность глаза.
11. Прохождение излучения через оптические системы. Коэффициенты пропускания, отражения и поглощения.
12. Закон освещенности от точечного источника.
13. Закон Ламберта. Соотношение между светимостью и яркостью.
14. Световые трубки. Инвариант Штраубеля.
15. Инвариант Лагранжа – Гельмгольца.
16. Поток излучения, проходящий через оптическую систему.
17. Освещенность изображения. Светосила.
18. Принцип Ферма. Оптическая длина пути.
19. Условие образования идеального изображения точки.
20. Анаберрационные поверхности.
21. Образование изображения совершенных отрезков. Закон косинусов.
22. Условие Гершеля. Условие синусов Аббе.