

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 12.03.01 Приборостроение**

**Наименование образовательной программы: Компьютерная фотоника**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Заочная**


**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Аберрационный расчет систем фотоники**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Печинская О.В.
	Идентификатор	Re5ee8217-ZhukovaOV-c5929df5

(подпись)


О.В.  
Печинская

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6


(подпись)

Н.М.  
Скорнякова

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Скорнякова Н.М.
	Идентификатор	R984920bc-SkorniakovaNM-67f74b6

(подпись)

Н.М.  
Скорнякова

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 способен обеспечивать проектирование и конструирование оптических, оптико-электронных, механических блоков, узлов и деталей, определение номенклатуры и типов комплектующих изделий

ИД-1 Разработка эксплуатационно-технической документации на оптико-электронные приборы и комплексы

ИД-6 Разработка технических заданий на проектирование и конструирование оптоэлектронных, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Основные виды aberrаций (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Aberrационный расчёт оптических систем (Контрольная работа)

2. Расчёт aberrаций 3-го порядка (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

9 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	4	8	12
Монохроматические aberrации				
Основные положения теории aberrаций			+	
Монохроматические aberrации третьего порядка			+	
Aberrации действительных лучей			+	
Хроматические aberrации				
Хроматизм положения				+
Хроматизм увеличения				+
Сферохроматизм				+

Аберрационный расчёт оптических систем			
Общие сведения о методах расчёта	+		
Допустимые значения остаточных аберраций	+		
Расчёт двухлинзовых объективов	+		
Вес КМ:	20	40	40

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Разработка эксплуатационно-технической документации на опико-электронные приборы и комплексы	Знать: Основные виды aberrаций. Основные характеристики систем фотоники, влияющие на качество изображения Уметь: Самостоятельно разбираться в различных методиках расчета aberrаций систем фотоники и применять их для решения поставленной задачи	Основные виды aberrаций (Тестирование) Расчёт aberrаций 3-го порядка (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-6 <sub>ПК-1</sub> Разработка технических заданий на проектирование и конструирование оплотехники, оптических и опико-электронных приборов и комплексов	Знать: Методы расчета aberrаций систем фотоники Уметь: Осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета aberrаций систем фотоники, анализ схем и устройств различного функционального	Основные виды aberrаций (Тестирование) Аберрационный расчёт оптических систем (Контрольная работа)

		назначения	
--	--	------------	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Основные виды аберраций

**Формы реализации:** Компьютерное задание

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизированный уникальным логином и паролем

#### Краткое содержание задания:

Контрольная точка направлена на оценку освоения компетенции по основам теории аберраций

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: Основные виды аберраций. Основные характеристики систем фотоники, влияющие на качество изображения	1.Графическое представление сферической аберрации 2.Условие синусов и условие изопланатизма
Знать: Методы расчета аберраций систем фотоники	1.Область аберраций третьего порядка (область Зейделя) 2.Монохроматические аберрации сложной оптической системы 3.Бочкообразная и подушкообразная дисторсия

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

### КМ-2. Расчёт аберраций 3-го порядка

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Решенные задания по вариантам отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на проверку понимания абберации оптических систем

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Самостоятельно разбираться в различных методиках расчета аббераций систем фотоники и применять их для решения поставленной задачи	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Определить продольную сферическую абберацию с помощью 1-ой суммы Зейделя</li><li>2. Определить абберацию кома с помощью 2-ой суммы Зейделя</li><li>3. Определить астигматизм и кривизну поля изображения с помощью 2-ой и 3-ей сумм Зейделя</li><li>4. Определить дисторсию с помощью 5-ой суммы Зейделя</li></ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

**КМ-3. Абберационный расчёт оптических систем**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Решенные задания по вариантам отправляются в СДО "Прометей" в рамках функционала "письменная работа"

**Краткое содержание задания:**

Контрольная точка направлена на проверку умения выполнять абберационный расчет оптических систем

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: Осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета аббераций систем фотоники, анализ схем и устройств различного функционального назначения	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Расчет оптической системы на минимум сферической абберации</li><li>2. Условие исправления продольной сферической абберации в склеенном двухлинзовом объективе</li><li>3. Условие исправления хроматизма положения в склеенном двухлинзовом объективе</li><li>4. Условие исправления хроматизма положения в двухлинзовом несклеенном объективе</li></ol>
--	--



**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 80*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено*

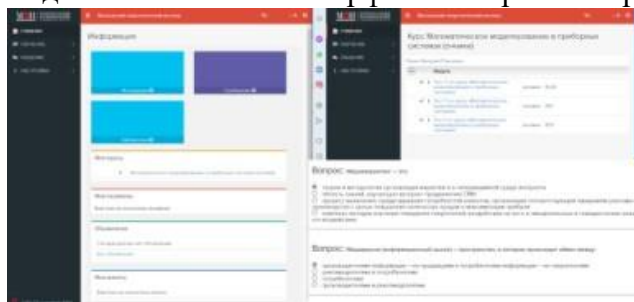
# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

9 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Пример билета

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"



## Процедура проведения

В тесте 20 вопросов встречаются вопросы следующих типов: 1. с одним вариантом ответа ( в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл) 2. с выбором нескольких вариантов ответов ( в вопросах «многие из многих» система оценивает каждый ответ отдельно; есть возможность разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4) 3. на соответствие слушатель должен привести в соответствие левую и правую часть ответа (в вопросах «соответствие» система оценивает каждый ответ отдельно; можно разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4) 4. развернутый ответ, вводится в ручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

## *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1ПК-1 Разработка эксплуатационно-технической документации на оптико-электронные приборы и комплексы

### Вопросы, задания

1. Уравнение эйконала. Условия получения идеального изображения точки на оптической оси, отрезка, перпендикулярного оптической оси
2. Аберрационные преломляющие и отражающие поверхности
3. Монохроматические и хроматические аберрации
4. Лучевые и волновые аберрации
5. Связь между параметрами 1-ого и 2-ого парааксиальных лучей в случае системы из тонких компонентов

### Материалы для проверки остаточных знаний

#### 1. Инвариант Лагранжа-Гельмгольца

Ответы:

а.

$$n_1 \left( \frac{1}{S} - \frac{1}{R} \right) = n_2 \left( \frac{1}{S'} - \frac{1}{R} \right)$$

б.  $n \cdot y \cdot \operatorname{tg} \sigma = n' \cdot y' \cdot \operatorname{tg} \sigma'$

в.  $n^2 \cdot dS_1 \cdot \cos \alpha_1 \cdot d\Omega_1 = n^2 \cdot dS_2 \cdot \cos \alpha_2 \cdot d\Omega_2$

Верный ответ: б

2. Для какой плоскости обычно выполняется коррекция аберраций?

Ответы:

- а. плоскость наилучшей установки
- б. плоскость изображения
- в. плоскость Гаусса
- г. выбор плоскости не важен

Верный ответ: в

3. Какая величина называется астигматизмом?

Ответы:

- а.  $z'_m$
- б.  $z'_s$
- в.  $z'_m - z'_s$
- г.  $z'_s - z'_m$

Верный ответ: г

4. Какие три аберрации можно исправить в трёхлинзовом склеенном объективе?

Ответы:

- а. кома
- б. астигматизм
- в. сферическая
- г. хроматизм
- д. вторичный спектр

Верный ответ: а, в, г

5. В каких случаях хроматизм положения равен нулю?

Ответы:

- а.  $r = \infty, S = 0$
- б.  $r = \infty, S_p = 0$
- в.  $r = \infty, S = 0, S_p = 0$
- г.  $r = \infty, S = -\infty$

Верный ответ: а

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-бпк-1 Разработка технических заданий на проектирование и конструирование оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

### Вопросы, задания

1. Меридиональная и сагиттальная составляющие поперечной лучевой аберрации
2. Графическое представление сферической аберрации. Плоскость наилучшей установки
3. Формулы Юнга-Аббе для меридиональной и сагиттальной составляющих элементарных наклонных пучков
4. Вторичный спектр положения и величины изображения
5. Хроматические аберрации двухлинзовых объективов

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Укажите методы расчёта хроматизма положения.

Ответы:

- а. первая хроматическая сумма
- б. вторая хроматическая сумма
- в. расчёт хода 1-го параксиального луча
- г. расчёт хода 2-го параксиального луча

Верный ответ: а, в

2. Хроматическими аберрациями первого порядка являются:

Ответы:

- а. сферохроматизм
- б. цветная кома
- в. хроматизм увеличения
- г. хроматическая дисторсия
- д. хроматизм положения
- е. вторичный спектр

Верный ответ: в, д, е

### 3. Выберите верное утверждение.

Ответы:

- а. сферическая абберация приблизительно в два раза увеличивается по мере увеличения показателя преломления  $n$  от 1,5 до 2,0
- б. сферическая абберация для выпукло-плоской линзы примерно в четыре раза меньше, чем у плосковыпуклой
- в. параметр  $W$  двояко-выпуклой симметричной линзы практически постоянен и равен 0,7 и не зависит от показателя преломления
- г. величина хроматического основного параметра  $C$  зависит от формы линзы

Верный ответ: б

### 4. Как связаны параметры $P$ , $P_0$ , $W$ ?

Ответы:

- а.  $\overline{P} \approx \overline{P_0} + 0,85 \left( \overline{W} - 0,15 \right)^2$
- б.  $\overline{P} \approx \overline{P_0} - 0,85 \left( \overline{W} - 0,15 \right)^2$
- в.  $\overline{P} \approx \overline{P_0} + 0,15 \left( \overline{W} - 0,85 \right)^2$
- г.  $\overline{P} \approx \overline{P_0} - 0,15 \left( \overline{W} - 0,85 \right)^2$

Верный ответ: а

### 5. Сколько пар апланатических точек существует для сферической преломляющей поверхности?

Ответы:

- а. 1 пара
- б. 2 пары
- в. 3 пары
- г. 4 пары

Верный ответ: в

## II. Описание шкалы оценивания

*Оценка:* зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена верно или с несущественными недостатками

*Оценка:* не зачтено

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

## III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

ПА определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»