

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

Направление подготовки/специальность: 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Лазерная и оптическая измерительная электроника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Адаптивные оптико-электронные системы**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

О.В.
Печинская

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

Н.М.
Скорнякова

Заведующий
выпускающей
кафедрой

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

Н.М.
Скорнякова

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 участвовать в проектировании квантово-оптических систем для решения задач диагностики, навигации, связи и контроля

ИД-1 Знает нормативно-техническую документацию по проектам квантово-оптических систем

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Коррекция деформаций волнового фронта (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Методы измерений деформаций волнового фронта (Тестирование)

2. Принципиальные схемы адаптивных оптико-электронных систем (Тестирование)

3. Характеристики турбулентной атмосферы (Контрольная работа)

БРС дисциплины

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Принципиальные схемы адаптивных оптико-электронных систем (Тестирование)

КМ-2 Методы измерений деформаций волнового фронта (Тестирование)

КМ-3 Характеристики турбулентной атмосферы (Контрольная работа)

КМ-4 Коррекция деформаций волнового фронта (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Принципы построения адаптивных оптических систем					
Принципиальные схемы адаптивных оптических систем	+				
Основные типы адаптивных оптических систем	+				

Сравнительный анализ типовых адаптивных оптических систем	+			
Основные методы измерений деформаций волнового фронта				
Датчики волнового фронта		+		
Интерференционные датчики		+		
Датчики гартмановского типа		+		
Другие типы датчиков волнового фронта		+		
Структура и качество изображения при наличии случайных неоднородных сред				
Структура и качество изображения точечного источника, даваемого оптической системой		+		
Структура изображения, даваемого оптической системой с центральным экранированием		+		
Структура изображения, даваемого оптической системой с синтезированной апертурой		+		
Распространение излучения при наличии случайных неоднородных сред			+	
Коррекция деформаций волнового фронта				
Фазовая коррекция				+
Наблюдение двух объектов				+
Корректоры волнового фронта				+
Вес КМ:	15	25	25	35

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 _{ПК-1} Знает нормативно-техническую документацию по проектам квантово-оптических систем	Знать: принципиальные схемы и основные типы адаптивных оптико-электронных систем основные методы измерений деформаций волнового фронта и критерии оценки качества изображения Уметь: рассчитывать остаточную ошибку коррекции волнового фронта и параметры корректора анализировать параметры турбулентной атмосферы, структуру и качество изображения при наличии случайных неоднородных сред	КМ-1 Принципиальные схемы адаптивных оптико-электронных систем (Тестирование) КМ-2 Методы измерений деформаций волнового фронта (Тестирование) КМ-3 Характеристики турбулентной атмосферы (Контрольная работа) КМ-4 Коррекция деформаций волнового фронта (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Принципиальные схемы адаптивных оптико-электронных систем

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

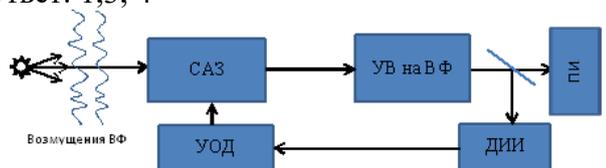
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменное тестирование в аудитории. Длительность 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест содержит 13 вопросов в трёх секциях: принципы построения адаптивных систем, самонастраивающиеся системы, схемы построения адаптивных систем. Тест содержит вопросы 3 типов: один из многих, многие из многих, установите соответствие.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
<p>Знать: принципиальные схемы и основные типы адаптивных оптико-электронных систем</p>	<p>1. В каких оптических системах требуется коррекция случайных фазовых возмущений? 2. Перечислите достоинства и недостатки систем с обратной связью? 3. Элементами контура самонастройки являются: 1. вычислительное устройство 2. управляемый объект 3. исполнительное устройство 4. устройство анализа сигнала Ответ: 1, 3, 4</p>  <p>4. Определите тип схемы построения адаптивных систем, изображенной на рисунке. 1. Система наблюдения удаленных объектов; принцип повышения резкости изображения. 2. Система наблюдения удаленных объектов; метод компенсации отклонений формы волнового фронта. 3. Система наблюдения удаленных объектов; метод фазового сопряжения волновых фронтов. 4. Система подсветки удалённого объекта; метод фазового сопряжения волновых фронтов. 5. Система подсветки удалённого объекта; принцип повышения резкости изображения. 6. Система подсветки удалённого объекта; метод компенсации отклонений формы волнового фронта. Ответ: 1</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если на большинство вопросов даны правильные ответы

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Методы измерений деформаций волнового фронта

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменное тестирование в аудитории. Длительность 20 минут.

Краткое содержание задания:

Тест содержит 9 вопросов в трёх разделах: методы измерений деформаций волнового фронта, типы датчиков волнового фронта, дисперсия шума в датчиках различных типов. Тест содержит вопросы 3 типов: один из многих, многие из многих, развёрнутый ответ.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные методы измерений деформаций волнового фронта и критерии оценки качества изображения	1.Перечислите требования, предъявляемые к датчикам волнового фронта 2.Запишите (математически) условие минимума дефокусировки 3.Перечислите достоинства и недостатки метода Гартмана 4.Сравните плотности потока излучения, необходимого для обеспечения заданной точности, в адаптивных системах, построенных по методу фазового сопряжения и по методу апертурного зондирования 5.Коррекция атмосферных искажений не проводится: 1. в системах наблюдения удалённых объектов 2. в системах мощных лазеров 3. в излучающих адаптивных системах 4. при внутривиброзонаторной коррекции волнового фронта Ответ: 2, 4

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если на большинство вопросов даны правильные ответы

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Характеристики турбулентной атмосферы

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная контрольная работа.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа содержит 3 задачи и ориентирована на тему: “Характеристики турбулентной атмосферы”. В рамках темы решаются задачи по определению числа Рейнольдса для различных условий движения поток жидкости или газа; по расчёту величин, характеризующих состояние турбулентной атмосферы: радиус изображения, время “замороженности” атмосферы, атмосферный радиус когерентности, угол изопланатизма, проводится оценка структурных функций и структурных постоянных.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: анализировать параметры турбулентной атмосферы, структуру и качество изображения при наличии случайных неоднородных сред	1. Покажите, что для случая, когда структурная постоянная не зависит от координаты, волновая структурная функция для сферической волны равна $D_{сф}(r) = \frac{3}{8} D_{пл}(r)$ 2. Какую размерность имеет число Рейнольдса? Выполните анализ размерности 3. Как изменится качество изображения при изменении условий наблюдения с “отличные” на “хорошие” 4. Стекланный шарик диаметром 3 мм бросили в масло с вязкостью $10^{-1} \frac{Н \cdot с}{м^2}$ и плотностью $1,8 \cdot 10^3 \frac{кг}{м^3}$. Шарик падает с постоянной скоростью $1 \frac{см}{с}$. Рассчитайте число Рейнольдса? Что можно сказать о характере движения шарика?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено преимущественно верно. Имеются арифметические ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если приведено правильное решение не менее половины задач

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Коррекция деформаций волнового фронта

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 35

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменная контрольная работа.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа содержит 3 задачи и ориентирована на тему: “Коррекция деформаций волнового фронта”. В рамках темы решаются задачи по расчёту остаточной ошибки коррекции; по определению необходимого и достаточного числа каналов управления для обеспечения приемлемой степени коррекции деформаций волнового фронта.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
<p>Уметь: рассчитывать остаточную ошибку коррекции волнового фронта и параметры корректора</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рассчитайте остаточную ошибку коррекции в случае идеального модального корректора Цернике с 128 каналами управления 2. Рассчитайте приведенную остаточную ошибку для коррекции 14 первых мод Цернике. Сравните с данными, полученными с помощью матрицы Нолла 3. Какое число каналов управления потребуется, чтобы выполнить коррекцию фазовых искажений, при работе оптической системой с диаметром главного зеркала 250 мм в условиях нормальной видимости (радиус Фрида 15 см) 4. Оцените дисперсию фазы в системе наблюдения удалённых объектов с главным зеркалом диаметром 1 м и числом каналов управления 86, если известно, что при средней скорости ветра 3 м/с время “замороженности” атмосферы составило 10 мс. 5. Достаточно ли использовать 24-канальную

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	адаптивную систему на телескопе с диаметром главного зеркала 1 м для коррекции фазовых искажений в условиях нормальной видимости (радиус Фрида 10 см)?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется, если задание выполнено преимущественно верно. Имеются арифметические ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если приведено правильное решение не менее половины задач

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Зачёт выставляется по совокупности результатов.

Процедура проведения

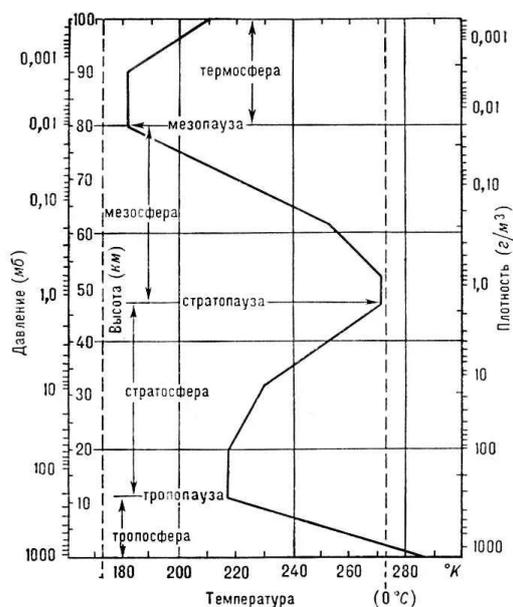
Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Знает нормативно-техническую документацию по проектам квантово-оптических систем

Вопросы, задания

1. Достоинства и недостатки метода Гартмана.
2. Дефокусировка в схемах с датчиками кривизны осуществляется с помощью: А) сегментированного зеркала; Б) мембранного зеркала; В) полупрозрачного зеркала; Г) модулятора.
3. Запишите условие линейности отклика квадрантного датчика.
4. Определите структурную постоянную температуры на высоте 1 км, если известно, что структурная постоянная показателя преломления на данной высоте оказалась равной $5 \times 10^{-14} \text{ м}^{-2/3}$. Температуру и давление для данной высоты можно определить по диаграмме стратификации.



5. Оцените ошибку коррекции деформации волнового фронта, связанную с конечностью числа членов разложения, если число каналов управления корректора 128.

6. Как изменится качество изображения источника при улучшении условий

наблюдения: радиус когерентности увеличивается с 5 см до 10 см?

7. Оцените дисперсию фазы в системе наблюдения удалённых объектов с главным зеркалом диаметром 1 м и числом каналов управления 86, если известно, что при средней скорости ветра 3 м/с время заморозки атмосферы составило 10 мс.

8. Перечислите принципы построения АОС.

9. Метод фазового сопряжения используется:

- - в системах наблюдения удалённых объектов,
- - излучающих системах,
- - в системах фокусировки излучения.

10. Выберите утверждение, соответствующее действительности.

- - Плотность потока излучения зависит от числа субапертур в системах с повышением резкости изображения.
- - Число приёмников излучения равно числу субапертур в системах с апертурным зондированием.
- - Сложность адаптивных систем с фазовым сопряжением растёт с ростом числа субапертур.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Установите соответствие между составными частями самонастраивающихся адаптивных систем и их функциями

1 вычислительное устройство	А выполняет функцию настройки управляющего устройства
2 автоматическое управляющее устройство	Б оценивает свойства входного сигнала
3 устройство анализа объекта	В осуществляет воздействие на управляемый объект
4 устройство анализа сигнала	Г оценивает свойства управляемого объекта
5 исполнительное устройство	Д определяет способ изменения характеристик основного управляющего устройства

Ответы:

запишите пару буква-цифра

Верный ответ: 1Д 2В 3Г 4Б 5А

2. Основная автоматическая система состоит из

Ответы:

1 вычислительное устройство 2 управляемый объект 3 автоматическое управляющее устройство 4 устройство анализ объекта

Верный ответ: 2, 3

3. Выберите утверждение, соответствующее действительности.

Число приёмников излучения не зависит от числа субапертур в системах, построенных:

Ответы:

по принципу повышения резкости изображения по методу фазового сопряжения по методу корректировки отклонений ВФ от номинального по методу фазового сопряжения по методу апертурного зондирования

Верный ответ: по методу апертурного зондирования

4. Обязательными элементами адаптивных оптических систем, построенных по принципу повышения резкости изображения, являются

Ответы:

1 датчик интенсивности излучения 2 источник излучения 3 устройство обработки данных 4 устройство воздействия на волновой фронт 5 система апертурного зондирования 6 датчик волнового фронта

Верный ответ: 1, 3, 4

5. Измеряют наклон волнового фронта

Ответы:

А) Интерференционные датчики Б) Датчики кривизны В) Датчики Шека-Гартмана Г) Пирамидальные датчики

Верный ответ: А, В, Г

6. Перечислите требования, предъявляемые к датчикам волнового фронта

Ответы:

развёрнутый ответ

Верный ответ: работа с некогерентными источниками; высокое быстродействие; эффективное использование фотонов; отсутствие фазовой неопределённости

7. Сформулируйте принципиальное отличие пирамидального датчика от датчика Шека-Гартмана

Ответы:

развёрнутый ответ

Верный ответ: отсутствие дискретизации по зрачку

8. Выберите значение структурной постоянной показателя преломления, соответствующее слабой турбулентности

Ответы:

1 $10^{-15} \text{ м}^{-2/3}$ 2 $10^{-13} \text{ м}^{-2/3}$ 3 $10^{-17} \text{ м}^{-2/3}$

Верный ответ: 3

9. Какое значение радиуса Фрида соответствует “нормальной” видимости в условиях высокогорной обсерватории

Ответы:

5 см 10 см 15 см 20 см

Верный ответ: 15 см

10. Чем определяется минимальная возможная величина остаточной ошибки коррекции деформации волнового фронта

Ответы:

развёрнутый ответ

Верный ответ: минимально достижимая величина ошибки обусловлена конечным числом членов разложения поверхности волнового фронта по функциям отклика

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Семестровая составляющая не ниже 4,5.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Семестровая составляющая не ниже 3,5.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Семестровая составляющая не ниже 2,6.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Семестровая составляющая ниже 2,6.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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