

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Тепловые процессы в электронике»

Компетенции:

ПК-3 - Способен выполнять работы по конструированию блоков с низкой плотностью компоновки элементов

ПК-4 - Способен строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования и проводить анализ результатов

1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

В результате освоения программы бакалавриата по дисциплине «Тепловые процессы в электронике» у выпускника должен быть сформирован широкий спектр знаний, соответствующих компетенциям ПК1 и ПК6. Распределение этих знаний по контролируемым разделам дисциплины приведено в следующей таблице.

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код компетенции	Оценочное средство
1	2	3	4
1	Введение. Влияние теплового режима на надежность и выходные параметры приборов. Основные виды теплопередачи, используемые в системах охлаждения электронных приборов.	ПК3, ПК4	Экзамен
1	2	3	4
2	Передача тепла излучением. Основные закономерности теплового излучения: Законы Кирхгофа, Планка, смещения Вина, Стефана-Больцмана, Ламберта. Теплообмен между абсолютно черными поверхностями. Угловые коэффициенты облученности. Теплообмен между диффузно-серыми поверхностями. Метод «лучистого сальдо», уравнение Христиансена. Защита от теплового излучения.	ПК3, ПК4	Экзамен
3	Передача тепла теплопроводностью. Температурное поле, изотермические поверхности, градиент температуры. Закон теплопроводности Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности в твердом теле. Теплопроводность в плоской и цилиндрической стенках. Термическое сопротивление. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Теплоизоляция.	ПК3, ПК4	Экзамен

4	Передача тепла конвекцией. Дифференциальное уравнение теплопроводности в текучей среде. Уравнение сплошности потока. Уравнения Навье – Стокса. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена в безразмерной форме. Числа подобия. Условия подобия тепловых процессов. Метод анализа размерностей, общий вид критериальных соотношений конвективного теплообмена естественной и вынужденной конвекцией, некоторые критериальные соотношения. Теплоотдача в канале постоянного поперечного сечения произвольной формы, изменение температур жидкости и стенки канала, температурного напора и плотности теплового потока в продольном сечении канала. Среднеинтегральные значения коэффициента теплоотдачи и температурного напора в канале. Логарифмический температурный напор. Частный случай нестационарного конвективного теплообмена твердого тела с текучей средой.	ПК3, ПК4	Экзамен
5	Интенсификация теплообмена компонентов РЭА. Развитие поверхности теплообмена путем оребрения. Передача теплового потока через прямоугольные и круглые ребра. Оптимизация оребрения. Конфигурирование теплоотводов на поверхности и в объеме печатной платы для интенсификации теплоотдачи элементов печатного монтажа.	ПК3, ПК4	Экзамен
6	Теплообменные аппараты. Классификация теплообменных аппаратов: контактные и поверхностные, регенеративные и рекуперативные теплообменники. Виды рекуперативных теплообменников: кожухотрубные и пластинчатые теплообменники, их достоинства и недостатки. Основные соотношения, описывающие теплообмен в рекуперативном теплообменнике в режиме противотока.	ПК3, ПК4	Экзамен
7.	Общие принципы расчета температур полупроводниковых компонентов РЭА в корпусе. Тепловое сопротивление «кристалл (переход) - корпус», «кристалл (переход) – окружающая среда». Особенности применения этих характеристик в задачах расчета тепловых режимов полупроводниковых компонентов РЭА.	ПК3, ПК4	Экзамен

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Перечень формируемых компетенций
1	Экспериментальное определение коэффициента излучения поверхности.	ПК3, ПК4

2	Изучение методов измерения плотности тепловых потоков и сопротивления теплопередаче материалов	ПК3, ПК4
3	Теоретическое и экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи воздушного радиатора в режиме естественной конвекции	ПК3, ПК4
4	Экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи воздушного радиатора в режиме вынужденной конвекции	ПК3, ПК4

Практические занятия

№ п/п	Тема занятий	Перечень формируемых компетенций
1	Передача тепла излучением	ПК3, ПК4
2	Передача тепла теплопроводностью	ПК3, ПК4
3	Моделирование процесса стабилизации теплового режима газоразрядного лазера с учетом теплообмена излучением и конвекцией	ПК3, ПК4
4	Моделирование распределения температуры в основании и ребрах воздушного радиатора в режиме естественной конвекции	ПК3, ПК4
5	Охлаждение мощной радиоэлектронной аппаратуры. Двухконтурные жидкостные системы охлаждения	ПК3, ПК4
6	Расчет температуры кристалла полупроводникового устройства	ПК3, ПК4

Курсовой проект

№ п/п	Тема	Перечень формируемых компетенций
1	«Расчет систем двухконтурного жидкостного охлаждения устройств электронной техники»	ПК3, ПК4

2. Критерии оценивания компетенций

1. Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.

2. Умение анализировать излагаемый материал.
3. Умение устанавливать причинно-следственные связи.
4. Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность.
5. Качество ответа: общая композиция; логичность; эрудиция.
6. Использование дополнительной литературы.

3. Шкала оценивания для оформления итогового экзамена по дисциплине

Ответ на экзамене оценивается по 4-х уровневой системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При этом в независимости от уровня усвоения материала оценка неудовлетворительно выставляется в случае, если студент не выполнил лабораторные работы и/или практические задания, предусмотренные учебным графиком.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

При определении уровня экзаменационной оценки следует исходить из общепринятых требований:

- оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший глубокое знание учебно-программного материала, успешно выполнивший все программные задания, усвоивший основную и дополнительную литературу.
- оценки «хорошо» заслуживает студент, выполнивший все программные задания, усвоивший основную литературу и обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала.
- оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, справляющийся с выполнением программных заданий, знакомый с основной литературой, обнаруживший знания программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях программного материала.

5. Типовые контрольные задания или иные материалы

Типовые контрольные задания включают в себя перечень вопросов к итоговому экзамену по дисциплине и перечень вопросов для самостоятельной подготовки студентов.

5.1. Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Влияние теплового режима на надежность и выходные параметры приборов. Основные виды теплопередачи, используемые в системах охлаждения электронных приборов.
2. Законы Кирхгофа, Стефана – Больцмана, Вина и Ламберта.
3. Формула Планка.
3. Теплообмен между абсолютно черными поверхностями. Угловые коэффициенты излучения.
4. Теплообмен между диффузно-серыми поверхностями.
5. Метод «лучистого сальдо», уравнение Христиансена.
6. Защита от теплового излучения.
7. Температурное поле, изотермические поверхности, градиент температуры.
8. Закон теплопроводности Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности в твердом теле.
9. Теплопроводность в плоской и цилиндрической стенках. Термическое сопротивление.

ление.

10. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Теплоизоляция.
11. Дифференциальное уравнение теплопроводности в текучей среде. Уравнение сплошности потока.
12. Уравнения Навье – Стокса.
13. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена в безразмерной форме. Числа подобия.
14. Условия подобия тепловых процессов.
15. Метод анализа размерностей, общий вид критериальных соотношений конвективного теплообмена естественной и вынужденной конвекцией.
16. Теплоотдача в канале постоянного поперечного сечения произвольной формы. Изменение температур жидкости и стенки канала, температурного напора и плотности теплового потока в продольном сечении канала.
17. Теплоотдача в канале постоянного поперечного сечения произвольной формы. Среднеинтегральные значения коэффициента теплоотдачи и температурного напора в канале. Логарифмический температурный напор.
18. Частный случай нестационарного конвективного теплообмена твердого тела с текучей средой.
19. Передача теплового потока через прямоугольное ребро. Оптимизация оребрения.
20. Передача теплового потока через круглое ребро. Оптимизация оребрения.
21. Конфигурирование теплоотводов на поверхности и в объеме печатной платы для интенсификации теплоотдачи элементов печатного монтажа.
22. Классификация теплообменных аппаратов: контактные и поверхностные, регенеративные и рекуперативные теплообменники. Виды рекуперативных теплообменников: кожухотрубные и пластинчатые теплообменники, их достоинства и недостатки.
23. Основные соотношения, описывающие теплообмен в рекуперативном теплообменнике в режиме противотока.
24. Общие принципы расчета температур полупроводниковых компонентов РЭА в корпусе. Тепловое сопротивление «кристалл (переход) - корпус», «кристалл (переход) – окружающая среда». Особенности применения этих характеристик в задачах расчета тепловых режимов полупроводниковых компонентов РЭА.

5.2. Вопросы для самостоятельной работы по дисциплине

Основные закономерности теплового излучения: Теплообмен между диффузно-серыми поверхностями. Метод «лучистого сальдо», формула Христиансена.

Закон теплопроводности Фурье. Теплопроводность в многослойной плоской и цилиндрической стенке. Нестационарные процессы теплопередачи.

Уравнение теплоотдачи Ньютона – Рихмана. Эквивалентный диаметр, режимы движения жидкости, ее средняя температура, массовый и объемный расходы. Теплоотдача в каналах при вынужденной конвекции. Коэффициент трения, перепад давления в каналах.

Способы повышения эффективности теплообмена. Оптимизация оребрения.

Уравнения теплообмена. Коэффициент теплопередачи в теплообменнике. Средне-логарифмическая разность температур.

Приложение составил
к.т.н., доц. кафедры ПЭЛ

Заведующий кафедрой
«Промышленная электроника»

А.А. Фефелов

С.А. Круглов

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Круглов Сергей Александрович,
Заведующий кафедрой ПЭЛ**17.06.26** 15:28 (MSK)

Простая подпись