ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«Тепловые процессы в электронике»

Компетенции:
ПК-1 - 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
ПК-2 - Способен анализировать, систематизировать и обобщать результаты исследований приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения

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.	ПК1, ПК2	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.	ПК1, ПК2	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.	ПК1, ПК2	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.	ПК1, ПК2	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.	ПК1, ПК2	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.	ПК1, ПК2	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.	ПК1, ПК2	Экзамен

Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Перечень формируемых компетенций
1	Экспериментальное определение коэффициента излучения поверхности.	ПК1, ПК2

2	Изучение методов измерения плотности тепловых потоков и сопротивления теплопередаче материалов	ПК1, ПК2
3	Теоретическое и экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи воздушного радиатора в режиме естественной конвекции	ПК1, ПК2
4	Экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи воздушного радиатора в режиме вынужденной конвекции	ПК1, ПК2

Практические занятия

№ п/п	Тема занятий	Перечень формируемых компетенций
1	Передача тепла излучением	ПК1, ПК2
2	Передача тепла теплопроводностью	ПК1, ПК2
3	Моделирование процесса стабилизации теплового режима газоразрядного лазера с учетом теплообмена излучением и конвекцией	ПК1, ПК2
4	Моделирование распределения температуры в основании и ребрах воздушного радиатора в режиме естественной конвекции	ПК1, ПК2
5	Охлаждение мощной радиоэлектронной аппаратуры. Двухконтурные жидкостные системы охлаждения	ПК1, ПК2
6	Расчет температуры кристалла полупроводникового устройства	ПК1, ПК2

Курсовой проект

№ п/п	Тема	Перечень формируемых компетенций
1	«Расчет систем двухконтурного жидкостного охлаждения устройств электронной техники»	ПК1, ПК2

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 сопротив-

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. Среднелогарифмическая разность температур.

Приложение составил
к.т.н., доц. кафедры ПЭЛ _____ А.А. Фефелов

Заведующий кафедрой
«Промышленная электроника» _____ С.А. Круглов

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО **ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ,** Литвинов Владимир Георгиевич, Заведующий кафедрой МНЭЛ **02.11.26** 16:08 (MSK) Простая подпись