


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Микро- и наноэлектроника»

«СОГЛАСОВАНО»

Декан ФЭ

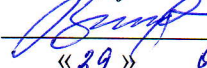
 / Н.М. Верещагин
«29» 05 20 20 г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД

 / А.В. Корячко
«29» 05 20 20 г

Заведующий кафедрой МНЭл

 / В.Г. Литвинов
«29» 05 20 20 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01.02 «Тепловые процессы в электронике»

Направление подготовки
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль) подготовки
«Микро- и наноэлектроника»

Уровень подготовки
Бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

Рязань 2020 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки № 927 от 19.09.2017 г.

Разработчик
К.т.н., доцент каф. ПЭл



А.А. Фефелов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПЭл 28 мая 2020 г. (протокол № 10).

Заведующий кафедрой ПЭл



С.А. Круглов

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Целью освоения дисциплины является системное изложение положений, представляющих теоретическую основу теплофизических процессов, протекающих в электронных приборах и устройствах.

Задачи:

- получение системы знаний в части влияния температуры на надежность и выходные параметры электронных приборов, передачи тепла излучением, теплопроводностью и конвекцией, теплообмена при фазовых переходах, интенсификации процессов теплопередачи, проектирования высокоэффективных систем охлаждения мощных электронных приборов и устройств;
- формирование и закрепление навыков построения с использованием стандартных программных средств компьютерного моделирования простейших физических и математических моделей узлов и модулей электронных средств различного функционального назначения;
- формирование и закрепление навыков анализа, систематизации результатов исследований, представления результатов исследований в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	ПК-1. Способен строить простейшие физические и математические модели узлов и модулей электронных средств различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	ИД-1 ПК-1 знать простейшие физические и математические модели узлов и модулей электронных средств различного функционального назначения. ИД-2 ПК-1 владеть навыками использования стандартных программных средств компьютерного моделирования простейших физических и математических моделей узлов и модулей электронных средств
	ПК-3. Готов анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	ИД-1 ПК-3 знать методики анализа и систематизации результатов исследований. ИД-2 ПК-3 уметь представлять результаты исследований в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.02 «Тепловые процессы в электронике» относится к дисциплинам блока № 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) бакалавриата «13.03.04 Электроника и нанoeлектроника направления 13.03.04 «Промышленная электроника».

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: «Физика», «Математика», «Пакеты прикладных программ».

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА ИХ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единицы (ЗЕ), 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов
	Очная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	144
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	64
лекции	32
практические занятия	16
лабораторные работы	16
2. Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	80
Курсовая работа / курсовой проект	
Подготовка к экзамену, консультации	
Консультации в семестре	
Иные виды самостоятельной работы	45
Контроль	35
Вид промежуточной аттестации обучающихся	КП, Экзамен

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

4.1. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам)

Раздел дисциплины (модуля)	Содержание раздела
Тема 1. Введение	Влияние теплового режима на надежность и выходные параметры приборов. Основные виды теплопередачи, используемые в системах охлаждения электронных приборов.
Тема 2. Передача тепла излучением	Основные закономерности теплового излучения: Законы Кирхгофа, Планка, смещения Вина, Стефана-Больцмана, Ламберта. Теплообмен

						тия	
1. Введение	7	2	2	-	0	2	3
2. Передача тепла излучением	18	8	6	-	2	6	4
3. Передача тепла теплопроводностью	20	10	4	4	2	6	4
4. Передача тепла конвекцией	17	10	4	4	2	4	3
5. развитые поверхности теплообмена	17	10	4	4	2	4	3
6. Теплообменники	11	4	2	-	2	4	3
7. Воздушные системы охлаждения электронных приборов	11	4	2	-	2	4	3
8. Жидкостное охлаждение приборов и устройств	11	4	2	-	2	4	3
9. Охлаждение приборов на основе фазовых переходов	15	8	2	4	2	4	3
10. Термоэлектрическое охлаждение	9	2	2	-	-	4	3
11. Заключение	8	2	2	-	-	3	3
Всего:	144	64	32	16	16	45	35

4.2. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	3	Исследование условий теплоотдачи теплопроводностью.
2	4–5	Исследование условий теплоотдачи в режиме естественной конвекции воздуха
3	5	Исследование условий теплоотдачи в режиме вынужденной конвекции воздуха
4	9	Исследование передачи тепла с помощью тепловых труб

4.3. Практические занятия

№ п/п	Тема занятий
1	Передача тепла излучением
2	Передача тепла теплопроводностью.
3	Передача тепла конвекцией.
4	Развитые поверхности теплообмена.
5	Теплообменники.
6	Воздушное охлаждение.
7	Жидкостное охлаждение.
8	Охлаждение на основе фазовых переходов.

4.4. Курсовой проект

№ п/п	№ раздела дисциплины	Основной вид теплообмена
1	2 – 9	Передача тепла излучением. Передача тепла теплопроводностью. Передача тепла конвекцией. Развитые поверхности теплообмена. Теплообменники. Воздушное охлаждение. Жидкостное охлаждение. Охлаждение на основе фазовых переходов.

Результаты курсового проектирования должны быть представлены в следующем виде.

Введение, постановка задачи.

1. Разработка тепловой модели системы.
 2. Структурная схема системы охлаждения.
 3. Разработка алгоритма решения процессов передачи тепла.
 4. Расчетная часть.
 5. Конструкторская проработка системы.
 6. Основные параметры разработки.
- Заключение.

Список используемых источников.
Приложение (сборочный чертеж системы).

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Григорьев Б.А. Тепломассообмен: учебник для вузов/ Григорьев Б.А., Цветков Ф.Ф.-Электрон. текстовые данные.- М.: Издательский дом МЭИ, 2011.- 562 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33157>.- ЭБС «IPRbooks», по паролю.
2. Краус А.Д. Охлаждение электронного оборудования. – Л.: Энергия, 1971. – 247 с.
3. Рубаник А., Большакова Г., Тельных Н. Самостоятельная работа студентов // Высшее образование в России. – 2005. – № 6. – С. 120–124.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведены в **Приложении** к рабочей программе дисциплины.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Основная учебная литература

1. Теоретические основы теплотехники: учеб. пособие / В.Н. Ляшков. – М.: Курс, Инфра-М, 2015. 328 с.
2. Григорьев Б.А. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Григорьев Б.А., Цветков Ф.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2011.— 562 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33157>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

7.2. Дополнительная литература

1. Теоретические и практические основы теплофизических измерений / С.В. Пономарев [и др.]; под ред. С.В. Пономарева. – М.: Физматлит, 2008. 408 с.
2. Способы обеспечения тепловых режимов РЭС: учеб. пособие / А.В. Муратов, Н.В. Ципина; Воронеж. гос. техн. ун-т. – Воронеж, 2007. 98 с.
3. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: Пер. с англ. / Справочник. – М.: Атомиздат, 1979. – 216 с.
4. Кейс В.М., Лондон А.Л. Компактные теплообменники. – М.: Энергия, 1967. – 223 с.

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю. – URL: <https://www.e.lanbook.com>
3. Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю. – URL: <http://elib.rsreu.ru/>

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины

Для понимания лекционного материала и качественного его усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий займитесь детальной проработкой конспекта (1,5 ÷ 2 часа);
- работайте ежедневно в одно и то же время (в одни часы) дня;
- не ждите благоприятного настроения, а создавайте его усилием воли;
- в начале работы всегда освежайте в памяти материал предыдущей лекции;
- работайте с твердым намерением понять, усвоить изучаемый материал;
- уделяйте больше времени трудному материалу, не обходите трудности, старайтесь преодолеть их самостоятельно;
- в течение недели выбрать время (1 час) для работы с литературой в библиотеке.

9.2. Описание последовательности действий обучающегося («сценарий изучения дисциплины»)

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции, не применялся на практических и лабораторных занятиях. Тогда материал лекции будет гораздо понятнее.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и осмыслить текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).
- при подготовке к следующей лекции желательно просмотреть текст предыдущей, поскольку она может являться ее логическим продолжением (15 ÷ 20 минут).

9.3. Рекомендации по работе с литературой

Изучать рекомендованную литературу не значит пассивно принимать все написанное к сведению и излагать близко к тексту. Необходимо превратить чтение в активный процесс. При этом целесообразно использовать следующие правила конспектирования:

- прежде всего, указываются выходные данные источника – автор, наименование, год и место издания, количество страниц;
- в конспекте оставляются широкие поля – для уточнений, дополнений, собственных мыслей;
- необходимо выделять наиболее важные положения изучаемого источника;
- следует записывать только самое главное, избегая большого числа сокращений;
- полезно использовать несколько учебников по курсу;
- рекомендуется после изучения очередного параграфа решить несколько задач на данную тему.

9.5. Рекомендации по подготовке к экзамену

Кроме изучения конспектов лекций необходимо пользоваться учебниками и дополнительной литературой. В процессе освоения материала, очень важно добиться состояния понимания изучаемых разделов дисциплины.

При изучении теоретического материала всегда нужно рисовать схемы, графики, таблицы. При подготовке к экзамену необходимо полностью изучить теорию курса, усвоить определения всех понятий и самостоятельно решить несколько типовых задач по каждой теме дисциплины.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Название ПО	№ лицензии	Количество мест

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 214 корпус 2	65 мест, мультимедийное оборудование, специализированная мебель, магнито-маркерная доска
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 223 корпус 2	28 мест, специализированное лабораторное оборудование, магнито-маркерная доска

Программу составили
к.т.н., доцент каф. ПЭЛ

А.А. Фефелов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Промышленная электроника» (протокол № 10 от 28.05.2020).

Зав. кафедрой ПЭЛ
к.т.н., доцент

С.А. Круглов

ПРИЛОЖЕНИЕ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Тепловые процессы в электронике»

Фонд оценочных средств – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель – установить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – оценить уровень сформированности компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний обучающихся проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся: на занятиях; по результатам выполнения обучающимися индивидуальных заданий на практических занятиях; по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов. При определении результатов освоения дисциплины применяется традиционная система оценки, включающая в себя:

- понимание и степень усвоения теории;
- методическая подготовка;
- знание фактического материала;
- знакомство с основной и дополнительно литературой, а также с современными публикациями по данному курсу;
- умение приложить теорию к практике, решать физические задачи, правильно проводить расчеты и т. д.;
- логика, структура и стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения.

По итогам курса обучающиеся сдают **экзамен**. Форма проведения очная – устный ответ, по утвержденным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В билет включается два теоретических вопроса по темам курса.

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, ПК2 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.	ПК1, ПК3	Экзамен
2	Передача тепла излучением. Основные закономерности теплового излучения: Теплообмен между абсолютно черными поверхностями. Угловые коэффициенты. Теплообмен между диффузно-серыми поверхностями.	ПК1, ПК3	Экзамен
3	Передача тепла теплопроводностью. Температурное поле, градиент температуры. Закон теплопроводности. Теплопроводность в плоской, цилиндрической стенке и шаровой стенке. Теплопередача. Нестационарные процессы теплопередачи.	ПК1, ПК3	Экзамен
4	Передача тепла конвекцией. Уравнение теплоотдачи Ньютона, коэффициент теплоотдачи, исходные уравнения конвективного теплообмена. Эквивалентный диаметр, режимы движения жидкости, ее средняя температура, массовый и объемный расходы. Теплоотдача в каналах при вынужденной конвекции. Коэффициент трения, перепад давления в каналах. Теплоотдача при поперечном обтекании тел. Естественная конвекция.	ПК1, ПК3	Экзамен
5	Развитые поверхности теплообмена. Способы повышения эффективности теплообмена. Цилиндрические и кольцевые ребра. Оптимальные размеры ребер.	ПК1, ПК3	Экзамен
6	Теплообменники. Уравнения теплообмена. Коэффициент теплопередачи в теплообменнике. Средне логарифмическая разность температур.	ПК1, ПК3	Экзамен
7.	Воздушные системы охлаждения электронных приборов. Конструктивные примеры. Потери напора в системе охлаждения, выбор вентилятора	ПК1, ПК3	Экзамен
8.	Жидкостное охлаждение приборов и устройств. Примеры конструктивного исполнения. Критерий выбора жидкого теплоносителя и режимы его течения. Гидромеханический расчет жидкостной магистрали.	ПК1, ПК3	Экзамен
9	Охлаждение приборов на основе фазовых переходов. Теплообмен при плавлении кипении и конденсации. Испарительные охлаждающие системы. Тепловые трубы.	ПК1, ПК3	Экзамен
10	Термоэлектрическое охлаждение. Термоэлектрические эффекты. Режим максимального переноса теплоты. Каскадные термоэлектрические холодильники.	ПК1, ПК3	Экзамен

11	Заключение. Динамика изменения массогабаритных показателей охлаждающих систем.	ПК1, ПК3	Экзамен
----	--	----------	---------

Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Перечень формируемых компетенций
1	3	Исследование условий теплоотдачи теплопроводностью.	ПК1, ПК3
2	4–5	Исследование условий теплоотдачи в режиме естественной конвекции воздуха	ПК1, ПК3
3	5	Исследование условий теплоотдачи в режиме вынужденной конвекции воздуха	ПК1, ПК3
4	9	Исследование передачи тепла с помощью тепловых труб	ПК1, ПК3

Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема занятий	Перечень формируемых компетенций
1	2	Передача тепла излучением.	ПК1, ПК3
2	3	Передача тепла теплопроводностью.	ПК1, ПК3
3	4	Передача тепла конвекцией.	ПК1, ПК3
4	5	Развитые поверхности теплообмена.	ПК1, ПК3
5	6	Теплообменники.	ПК1, ПК3
6	7	Воздушное охлаждение.	ПК1, ПК3
7	8	Жидкостное охлаждение.	ПК1, ПК3
8	9	Охлаждение на основе фазовых переходов.	ПК1, ПК3

Курсовой проект

№ п/п	№ раздела дисциплины	Основной вид теплообмена в конкретной работе	Перечень формируемых компетенций
-------	----------------------	--	----------------------------------

1	2 – 9	«Разработка индивидуальной системы охлаждения конкретного типа электронного прибора»	ПК1, ПК3
---	-------	--	----------

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

Влияние теплового режима на надежность и выходные параметры электронных приборов и устройств.

Основные закономерности теплового излучения: Законы Кирхгофа, Планка, смещения Вина, Стефана-Больцмана, Ламберта. Теплообмен между абсолютно черными поверхностями. Угловые коэффициенты. Теплообмен между диффузно-серыми поверхностями.

Температурное поле, градиент температуры. Закон теплопроводности. Теплопро-

водность в плоской, цилиндрической стенке и шаровой стенке. Теплопередача. Нестационарные процессы теплопередачи.

Уравнение теплоотдачи Ньютона, коэффициент теплоотдачи, исходные уравнения конвективного теплообмена. Эквивалентный диаметр, режимы движения жидкости, ее средняя температура, массовый и объемный расходы. Теплоотдача в каналах при вынужденной конвекции. Коэффициент трения, перепад давления в каналах. Теплоотдача при поперечном обтекании тел. Естественная конвекция.

Способы повешения эффективности теплообмена. Цилиндрические и кольцевые ребра. Оптимальные размеры ребер.

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

Конструктивные примеры воздушных систем охлаждения. Потери напора в системе охлаждения, выбор вентилятора

Примеры конструктивного исполнения. Критерий выбора жидкого теплоносителя и режимы его течения. Гидромеханический расчет жидкостной магистрали.

Теплообмен при плавлении кипении и конденсации. Испарительные охлаждающие системы. Тепловые трубы.

Термоэлектрические эффекты. Режим максимального переноса теплоты. Каскадные термоэлектрические холодильники.

Динамика изменения массогабаритных показателей охлаждающих систем

5.2. Вопросы для самостоятельной работы по дисциплине

Основные закономерности теплового излучения: Теплообмен между диффузно-серыми поверхностями.

Закон теплопроводности. Теплопроводность в плоской, цилиндрической стенке и шаровой стенке. Нестационарные процессы теплопередачи.

Уравнение теплоотдачи Ньютона, 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. Оптимальные размеры ребер.

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

Критерий выбора жидкого теплоносителя и режимы его течения. Гидромеханический расчет жидкостной магистрали.

Теплообмен при плавлении кипении и конденсации. Тепловые трубы.

Каскадные термоэлектрические холодильники.

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

Заведующий кафедрой
«Промышленная электроника»





А.А. Февелов

С.А. Круглов