

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

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР

А.В. Корячко

Тепломассообмен в ЭС

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств**

Учебный план 11.03.03_23_00.plx
11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	16			
Неделя	16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Лабораторные	16	16	16	16
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	50,35	50,35	50,35	50,35
Контактная работа	50,35	50,35	50,35	50,35
Сам. работа	13	13	13	13
Часы на контроль	44,65	44,65	44,65	44,65
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Копейкин Юрий Алексеевич

Рабочая программа дисциплины

Тепломассообмен в ЭС

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 928)

составлена на основании учебного плана:

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
утвержденного учёным советом вуза от 28.04.2023 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от 29.06.2023 г. № 8

Срок действия программы: 2023-2027 уч.г.

Зав. кафедрой Корячко Вячеслав Петрович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от _____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры

Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от _____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины является изучение методов расчета тем-пературных режимов электронной аппаратуры и их применение в профессио-нальной деятельности.
1.2	

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Физика
2.1.2	Математика
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Производственная практика
2.2.2	Технологическая (проектно-технологическая)
2.2.3	Цифровая схемотехника
2.2.4	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.5	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-2: Способен разрабатывать конструкторскую документацию и документацию по проведению испытаний на составные части электронного, электромеханического, электрокоммутиационного и электронно-информационного оборудования РКТ	
ПК-2.2. Выполняет расчеты тепловых режимов работы составных частей электронного, электромеханического, электрокоммутиационного и электронно-информационного оборудования РКТ	
Знать базовые принципы построения и расчета, математических моделей для решения задач теплообмена в ЭС.	
Уметь использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных для применения в расчетах величины температурного излучения, кондукции и конвективного теплообмена в ЭС с использованием стандартных программных средств их компьютерного моделирования	
Владеть инструментальными средствами моделирования и расчета узлов ЭВС с использованием современных инструментальных средств и технологий автоматизированного проектирования.	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	методы осуществления сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств с совместным действием теплопроводности, температурного излучения и конвекции.
3.2	Уметь:
3.2.1	аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик конструкций и технологических процессов электронных средств с учетом теплового воздействия на аппаратуру.
3.3	Владеть:
3.3.1	методиками использования основных приемов сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств в стационарном и нестационарном температурных режимах.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Процессы тепло- и массообмена в природе.					
1.1	Процессы тепло- и массообмена в природе. /Тема/	5	0			
1.2	Процессы тепло- и массообмена в природе. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	

	Раздел 2. Тепловое сопротивление и тепловой коэффициент.					
2.1	Тепловое сопротивление плоской, цилиндрической и сферической стенок. Составные стенки. Применение законов Кирхгофа при расчетах. /Тема/	5	0			
2.2	Тепловое сопротивление плоской, цилиндрической и сферической стенок. Составные стенки. Применение законов Кирхгофа при расчетах. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
2.3	Составление и расчет тепловых цепей. /Ср/	5	3	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	на экзамене
2.4	Последовательное соединение стенок. Параллельное соединение стенок. Сложное соединение стенок. Сложный теплообмен. /Тема/	5	0			
2.5	Последовательное соединение стенок. Параллельное соединение стенок. Сложное соединение стенок. Сложный теплообмен. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
	Раздел 3. Кондукция.					
3.1	Уравнение теплопроводности. Краевые условия. /Тема/	5	0			
3.2	Уравнение теплопроводности. Краевые условия. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
3.3	Влияние влажности на тепловой режим ЭС. /Ср/	5	3	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	на экзамене
3.4	Температуропроводность. Условия однозначности. Стационарное поле температур оболочек различной формы. /Тема/	5	0			
3.5	Температуропроводность. Условия однозначности. Стационарное поле температур оболочек различной формы. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
	Раздел 4. Системы охлаждения ЭА. Теплообменные устройства.					
4.1	Теплообменники прямоточные, противоточные, перекрестного тока. Конструкторские и поверочные расчеты. Рекуперативные теплообменники. /Тема/	5	0			
4.2	Теплообменники прямоточные, противоточные, перекрестного тока. Конструкторские и поверочные расчеты. Рекуперативные теплообменники. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	

4.3	Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Водяные эквиваленты. Средняя разность температур и методы ее вычисления. Усреднение температурного напора. /Тема/	5	0			
4.4	Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Водяные эквиваленты. Средняя разность температур и методы ее вычисления. Усреднение температурного напора. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
4.5	Среднегарифмический температурный напор. Выбор компактного теплообменника для ЭА. /Тема/	5	0			
4.6	Среднегарифмический температурный напор. Выбор компактного теплообменника для ЭА. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
4.7	Стандартные теплообменники для ЭС. /Ср/	5	3	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	на экзамене
	Раздел 5. Термодинамические основы охлаждения.					
5.1	Компрессионные холодильные машины (КХМ). Газовая криогенная машина. Адиабатное расширение сжатых газов. Дроссельные микроохладители. Конструкция дроссельного микроохладителя. /Тема/	5	0			
5.2	Компрессионные холодильные машины (КХМ). Газовая криогенная машина. Адиабатное расширение сжатых газов. Дроссельные микроохладители. Конструкция дроссельного микроохладителя. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
5.3	Термоэлектрическое охлаждение. Эффекты Пельтье, Зеебека, Томсона. Недостатки и достоинства термоэлектрического охлаждения. /Тема/	5	0			
5.4	Термоэлектрическое охлаждение. Эффекты Пельтье, Зеебека, Томсона. Недостатки и достоинства термоэлектрического охлаждения. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
5.5	Стандартные системы термоэлектрического охлаждения. Микрохолодильники для ЭС. /Ср/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	на экзамене
5.6	Вихревые трубы. Схема вихревой трубы. Тепловые трубы. Сравнительные Характеристики холодильных машин. /Тема/	5	0			
5.7	Вихревые трубы. Схема вихревой трубы. Тепловые трубы. Сравнительные Характеристики холодильных машин. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
	Раздел 6. Способы охлаждения.					

6.1	Естественное воздушное охлаждение. Принудительное воздушное охлаждение. Естественное жидкостное охлаждение. Принудительное жидкостное охлаждение. Ламинарный, переходной и турбулентный режимы. /Тема/	5	0			
6.2	Естественное воздушное охлаждение. Принудительное воздушное охлаждение. Естественное жидкостное охлаждение. Принудительное жидкостное охлаждение. Ламинарный, переходной и турбулентный режимы. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
6.3	Исследование температурного режима ЭА в герметичного корпуса. /Лаб/	5	4	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	защита лабораторной работы
6.4	Исследование температурного режима ЭА с естественным воздушным охлаждением. /Лаб/	5	4	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	защита лабораторной работы
6.5	Исследование теплового режима ЭА с принудительным воздушным охлаждением. /Лаб/	5	4	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	защита лабораторной работы
6.6	Пленочное кипение. Пузырьковый режим. Принудительное испарительное охлаждение. Контейнеры высотных самолетов и космических аппаратов. /Тема/	5	0			
6.7	Пленочное кипение. Пузырьковый режим. Принудительное испарительное охлаждение. Контейнеры высотных самолетов и космических аппаратов. Конструктивные особенности ЭА с воздушным охлаждением. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
6.8	Конструктивные особенности ЭА с воздушным охлаждением. /Ср/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	на экзамене
6.9	Стойки, шкафы, контейнеры. Контейнер для космической ЭА. Шкафы с распределительным коллектором воздуха. Блок с субблоками на вертикальном шасси. Блок с откидными кассетами. Блок книжной конструкции. Блок с объемными субблоками. Оребрение поверхностей охлаждения. /Тема/	5	0			
6.10	Стойки, шкафы, контейнеры. Контейнер для космической ЭА. Шкафы с распределительным коллектором воздуха. Блок с субблоками на вертикальном шасси. Блок с откидными кассетами. Блок книжной конструкции. Блок с объемными субблоками. Оребрение поверхностей охлаждения /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э6 Э7 Э8	
	Раздел 7. Температурное поле стержней.					

7.1	Вывод уравнения Фурье для стержня. Учет теплоотдачи с поверхности торца стержня. Условия однозначности. Интегрирование дифференциального уравнения для стержня. /Тема/	5	0			
7.2	Вывод уравнения Фурье для стержня. Учет теплоотдачи с поверхности торца стержня. Условия однозначности. Интегрирование дифференциального уравнения для стержня. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
7.3	Эффективный коэффициент теплоотдачи радиатора. Пластинчатые, ребристые, игольчатотыревые радиаторы. Проводимость оребренной и неоребренной части радиатора. /Тема/	5	0			
7.4	Эффективный коэффициент теплоотдачи радиатора. Пластинчатые, ребристые, игольчатотыревые радиаторы. Проводимость оребренной и неоребренной части радиатора. /Лек/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
7.5	Подбор радиатора для охлаждения транзистора. /Лаб/	5	4	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	защита лабораторной работы
Раздел 8. Консультирование перед экзаменом						
8.1	Консультирование перед экзаменом /Тема/	5	0			
8.2	Консультирование перед экзаменом /Кнс/	5	2	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8	
Раздел 9. Контроль						
9.1	Иные виды контактной работы /Тема/	5	0			
9.2	Иные виды контактной работы. /ИКР/	5	0,35	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5	экзамен
9.3	Экзамен /Тема/	5	0			
9.4	Экзамен /Экзамен/	5	44,65	ПК-2.2-3 ПК-2.2-У ПК-2.2-В	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5	

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Фонд оценочных средств приведен в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Тепломассообмен в ЭС»).

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Дульнев Г. Н.	Теория тепло- и массообмена	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2012, 194 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/68180.html
Л1.2	Зарипов З. И., Курбангалеев М. С., Мухамадиев А. А., Хайруллин И. Х.	Теория теплообмена : лабораторный практикум	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017, 80 с.	978-5-7882-2268-4, http://www.iprbookshop.ru/79558.html
Л1.3	Резников А. Н., Резников Л. А.	Тепловые процессы в технологических системах	Санкт-Петербург: Лань, 2016, 292 с.	978-5-8114-2272-2, http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=81569

6.1.2. Дополнительная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л2.1	Видин Ю. В., Иванов В. В., Казаков Р. В.	Инженерные методы расчета задач теплообмена : монография	Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2014, 168 с.	978-5-7638-2940-2, http://www.iprbookshop.ru/84354.html
Л2.2	Цирельман Н. М.	Теория и прикладные задачи тепломассопереноса : учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2019, 504 с.	978-5-8114-3621-7, https://e.lanbook.com/book/119624
Л2.3	Кулинченко В.Р.	Справочник по теплообменным расчетам	Киев:Тэхника, 1990, 164с.	5-335-00492-4, 1
Л2.4	Муратов А.В., Ципина Н.В.	Способы обеспечения тепловых режимов РЭС : учеб. пособие	Воронеж, 2007, 98с.	, 1
Л2.5	Логинов В.С., Юхнов В.Е.	Нестационарные температурные режимы и тепловые потери активных элементов с произвольным числом циклов нагрузка -пауза	Новосиб.: СО РАН, 2010, 152с.	978-5-7692-1091-4, 1

6.1.3. Методические разработки

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Кораблев В. А., Минкин Д. А., Шарков А. В.	Лабораторный практикум по курсу теория тепло- и массообмена : учебное пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016, 37 с.	2227-8397, http://www.iprbookshop.ru/67244.html

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Единое окно доступа к образовательным ресурсам.			
Э2	Электронно-библиотечная система «IPRbooks» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю.			

Э3	Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: доступ из корпоративной сети РГРТУ – свободный, доступ из сети Интернет – по паролю.
Э4	Электронная библиотека РГРТУ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: из корпоративной сети РГРТУ – по паролю.
Э5	Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С., Андреева М.В. Теплотехника. Практический курс. Издательство "Лань". Электронно-библиотечная система «Лань». 2017. 192 с.
Э6	Овчинников Ю.В. Основы технической термодинамики [Электронный ресурс] : учебник / Ю.В. Овчинников. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 293 с. – 978-5-7782-1303-6. –Электронно-Библиотечная Система IPRbooks"
Э7	Логинов В.С., Крайнов А.В., Юхнов В.Е., Феоктистов Д.В. Примеры и задачи по тепломассообмену. Издательство "Лань". Электронно-библиотечная система «Лань». 2017. 256 с.
Э8	Дьяконов В.Г. Основы теплопередачи и массообмена [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Г. Дьяконов, О.А. Лоншаков. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. –244 с. Электронно-Библиотечная Система "IPRbooks"

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
Kaspersky Endpoint Security	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
Microsoft Office	Коммерческая лицензия

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	50 а учебно-административный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (42 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, доска интерактивная, мульти-медиа проектор (Ben-Q), звуковые колонки. ПК: Intel 2 Duo/4Gb – 1 шт., Intel i3 550/4Gb – 11 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
2	157 а учебно-административный корпус . учебная аудитория для проведения учебных занятий Специализированная мебель (12 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, мультимедиа проектор (ACER), 1 экран, звуковые колонки. ПК: Intel i5-4590S/16Gb – 11 шт., Intel i3 550/4Gb – 1 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Изучение дисциплины «Тепломассообмен в ЭС» проходит в течении 5 се-местра. Основные темы дисциплины осваиваются в ходе аудиторных занятий, однако важная роль отводится и самостоятельной работе студентов.

Самостоятельная работа включает в себя следующие этапы:

- изучение теоретического материала (работа над конспектом лекции);
- самостоятельное изучение дополнительных информационных ресурсов (доработка конспекта лекции);
- выполнение заданий текущего контроля успеваемости (подготовка к практическому занятию);
- итоговая аттестация по дисциплине (подготовка к зачету и экзамену).

Работа над конспектом лекции: лекции – основной источник информации по предмету, позволяющий не только изучить материал, но и получить представление о наличии других источников, сопоставить разные способы решения задач и практического применения получаемых знаний. Лекции предоставляют возможность «интерактивного» обучения, когда есть возможность задавать преподавателю вопросы и получать на них ответы. Поэтому рекомендуется в день, предшествующий очередной лекции, прочитать конспекты двух предшествующих лекций, обратив особое внимание на содержимое последней лекции.

Подготовка к практическому занятию: состоит в теоретической подготовке (изучение конспекта лекций и дополнительной литературы) и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.). Во время самостоятельных занятий студенты выполняют задания, выданные им на предыдущем практическом занятии, готовятся к контрольным работам, выполняют задания типовых расчетов.

Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, интернет-ресурсов: этот вид самостоятельной работы студентов особенно важен в том случае, когда одну и ту же задачу можно решать различными способами, а на лекции изложен только один из них. Кроме того, рабочая программа по математике предполагает рассмотрение некоторых относительно несложных тем только во время самостоятельных занятий, без чтения лектором.

Подготовка к зачету, экзамену: основной вид подготовки – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании» (примеры к теории, выведение одних закономерностей из других и т.д.). Надо также правильно распределить силы, не только готовясь к самому экзамену, но и позаботившись о допуске к нему

(это хорошее посещение занятий, выполнение в назначенный срок типовых расчетов, активность на практических занятиях).
 Ниже приведен перечень рекомендуемой для самостоятельной работы литературы, структурированной по темам.
 Резников А.Н., Резников Л.А. Тепловые процессы в технологических системах: Учебник. –2-е изд., испр. – СПб.:
 Издательство «Лань», 2016. 292 с. Электроннобиблиотечная система «Лань».

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ			
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Корячко Вячеслав Петрович, Заведующий кафедрой САПР	21.09.23 16:24 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Корячко Вячеслав Петрович, Заведующий кафедрой САПР	21.09.23 16:25 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ПРОРЕКТОРОМ ПО УР	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Корячко Алексей Вячеславович, Проректор по учебной работе	21.09.23 16:27 (MSK)	Простая подпись