

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

**Тепловые процессы в электронике**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

|                        |                                                                                     |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Закреплена за кафедрой | <b>Промышленной электроники</b>                                                     |
| Учебный план           | 11.03.03_26_00_ПЭЛ.plx<br>11.03.03 Конструирование и технология электронных средств |
| Квалификация           | <b>бакалавр</b>                                                                     |
| Форма обучения         | <b>очная</b>                                                                        |
| Общая трудоемкость     | <b>4 ЗЕТ</b>                                                                        |

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>)          | 6 (3.2) |       | Итого |       |
|----------------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|
| Неделя                                             | 16      |       |       |       |
| Вид занятий                                        | УП      | РП    | УП    | РП    |
| Лекции                                             | 32      | 32    | 32    | 32    |
| Лабораторные                                       | 16      | 16    | 16    | 16    |
| Практические                                       | 16      | 16    | 16    | 16    |
| Иная контактная<br>работа                          | 0,65    | 0,65  | 0,65  | 0,65  |
| Консультирование<br>перед экзаменом и<br>практикой | 2       | 2     | 2     | 2     |
| Итого ауд.                                         | 66,65   | 66,65 | 66,65 | 66,65 |
| Контактная работа                                  | 66,65   | 66,65 | 66,65 | 66,65 |
| Сам. работа                                        | 26,3    | 26,3  | 26,3  | 26,3  |
| Часы на контроль                                   | 35,35   | 35,35 | 35,35 | 35,35 |
| Письменная работа<br>на курсе                      | 15,7    | 15,7  | 15,7  | 15,7  |
| Итого                                              | 144     | 144   | 144   | 144   |

г. Рязань

Программу составил(и):

*к.т.н., доц., Фефелов Андрей Анатольевич*

Рабочая программа дисциплины

**Тепловые процессы в электронике**

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 24.04.2026 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Промышленной электроники**

Протокол от 21.05.2026 г. № 11

Срок действия программы: 2026-2030 уч.г.

Зав. кафедрой Круглов Сергей Александрович

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

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

Протокол от \_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры  
**Промышленной электроники**

Протокол от \_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2029-2030 учебном году на заседании кафедры  
**Промышленной электроники**

Протокол от \_\_\_\_ 2029 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2030-2031 учебном году на заседании кафедры

**Промышленной электроники**

Протокол от \_\_\_\_ 2030 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |                                                                                                                                                |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1                                  | Системное изложение положений, представляющих теоретическую основу теплофизических процессов, протекающих в электронных приборах и устройствах |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ |                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Цикл (раздел) ОП:                                                  | Б1.В                                                                                                                  |
| <b>2.1</b>                                                         | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>                                                          |
| 2.1.1                                                              | Микроэлектроника СВЧ                                                                                                  |
| 2.1.2                                                              | Электромагнитная совместимость                                                                                        |
| <b>2.2</b>                                                         | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1                                                              | Конструирование и разработка ВИЭ                                                                                      |
| 2.2.2                                                              | Конструирование и разработка приборов цифровой электроники                                                            |
| 2.2.3                                                              | Конструирование и технология вакуумных систем                                                                         |
| 2.2.4                                                              | Конструирование и технология электронных средств на базе программируемых БИС                                          |
| 2.2.5                                                              | Микрополосковые СВЧ устройства                                                                                        |
| 2.2.6                                                              | Приборы и методы контроля и диагностики в электронике                                                                 |
| 2.2.7                                                              | Автоматизация систем управления внешними исполнительными устройствами                                                 |
| 2.2.8                                                              | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы                                                                 |
| 2.2.9                                                              | Конструирование и разработка систем электронной оптики                                                                |
| 2.2.10                                                             | Микропроцессоры и микроконтроллеры                                                                                    |
| 2.2.11                                                             | Преддипломная практика                                                                                                |
| 2.2.12                                                             | Выполнение и защита выпускной квалификационной работы                                                                 |
| 2.2.13                                                             | Преддипломная практика                                                                                                |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ПК-3: Способен выполнять работы по конструированию блоков с низкой плотностью компоновки элементов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| <b>ПК-3.2. Выполняет расчеты теплообмена в конструкциях блоков с низкой плотностью компоновки элементов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                          |  |
| <b>Знать</b><br>Знает методики выполнения расчетов тепловых режимов элементов РЭА в конструкциях блоков с низкой плотностью элементов<br><b>Уметь</b><br>Умеет выполнять расчеты тепловых режимов элементов РЭА в конструкциях блоков с низкой плотностью элементов<br><b>Владеть</b><br>Владеет навыками расчета тепловых режимов элементов РЭА в конструкциях блоков с низкой плотностью элементов |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>ПК-4: Способен строить физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования и проводить анализ результатов</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| <b>ПК-4.2. Проводит тепловой расчет и анализ потребляемой мощности приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |
| <b>Знать</b><br>Знает методики выполнения расчета и анализа потребляемой мощности приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения<br><b>Уметь</b><br>Умеет выполнять расчеты и анализ потребляемой мощности приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения<br><b>Владеть</b><br>Владеет навыками выполнения расчетов и анализа потребляемой мощности приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения |  |

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

|            |                                                                                                                                                                                |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>                                                                                                                                                                  |
| 3.1.1      | 1. Знает методики выполнения расчетов тепловых режимов элементов РЭА в конструкциях блоков с низкой плотностью элементов                                                       |
| 3.1.2      | 2. Знает методики выполнения расчета и анализа потребляемой мощности приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                  |

|            |                                                                                                                                                                                   |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.2.1      | 1. Умеет выполнять расчеты тепловых режимов элементов РЭА в конструкциях блоков с низкой плотностью элементов                                                                     |
| 3.2.2      | 2. Умеет выполнять расчеты и анализ потребляемой мощности приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения               |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>                                                                                                                                                                   |
| 3.3.1      | 1. Владеет навыками расчета тепловых режимов элементов РЭА в конструкциях блоков с низкой плотностью элементов                                                                    |
| 3.3.2      | 2. Владеет навыками выполнения расчетов и анализа потребляемой мощности приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Семестр / Курс | Часов | Компетенции                                                          | Литература                    | Форма контроля      |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------|
|             | <b>Раздел 1. Аудиторная работа</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                |       |                                                                      |                               |                     |
| 1.1         | Введение /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6              | 0     |                                                                      |                               |                     |
| 1.2         | Влияние теплового режима на надежность и выходные параметры приборов. Основные виды теплопередачи, используемые в системах охлаждения электронных приборов. /Лек/                                                                                                                                                                          | 6              | 2     | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 | Контрольные вопросы |
| 1.3         | Передача тепла излучением /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6              | 0     |                                                                      |                               |                     |
| 1.4         | 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", формула Христиансена. Защита от теплового излучения /Лек/ | 6              | 8     | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2 Л1.3                     | Контрольные вопросы |
| 1.5         | Теплоотдача излучением /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6              | 2     | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2<br>Л1.3Л3.2              | Отчет               |
| 1.6         | Экспериментальное определение коэффициента излучения поверхности /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6              | 4     | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л3.3                          | Отчет               |
| 1.7         | Передача тепла теплопроводностью /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6              | 0     |                                                                      |                               |                     |
| 1.8         | 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. /Лек/                  | 6              | 4     | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2 Л1.3                     | Контрольные вопросы |
| 1.9         | Передача тепла теплопроводностью /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6              | 2     | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2 Л1.3                     | Отчет               |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   |   |                                                                      |                          |                     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1.10 | Изучение методов измерения плотности тепловых потоков и сопротивления теплопередаче материалов /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6 | 4 | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2<br>Л1.3Л3.1         | Отчет               |
| 1.11 | Передача тепла конвекцией /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6 | 0 |                                                                      |                          |                     |
| 1.12 | Экспериментальное и теоретическое определение коэффициента теплоотдачи воздушного радиатора в режиме естественной конвекции /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6 | 4 | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2 Л1.3                | Отчет               |
| 1.13 | Экспериментальное определение коэффициента теплоотдачи воздушного радиатора в режиме вынужденной конвекции /Лаб/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6 | 4 | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2 Л1.3                | Отчет               |
| 1.14 | 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 не-стационарного конвективного теплообмена твердого тела с текучей средой. /Лек/ | 6 | 8 | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2 | Контрольные вопросы |
| 1.15 | Моделирование процесса стабилизации теплового режима газоразрядного лазера с учетом теплообмена излучением и конвекцией /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 6 | 4 | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2<br>Л1.3Л3.2         | Отчет               |
| 1.16 | Интенсификация теплообмена компонентов РЭА /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 6 | 0 |                                                                      |                          |                     |
| 1.17 | 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. /Лек/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6 | 4 | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2 Л1.3                | Контрольные вопросы |
| 1.18 | Моделирование распределения температуры в основании и ребрах воздушного радиатора в режиме естественной конвекции /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 6 | 4 | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2 Л1.3                | Отчет               |
| 1.19 | Теплообменные аппараты /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6 | 0 |                                                                      |                          |                     |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |       |                                                                      |                              |                        |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 1.20 | 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. /Лек/ | 6 | 4     | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2     | Контрольные вопросы    |
| 1.21 | Охлаждение мощной радиоэлектронной аппаратуры. Двухконтурные жидкостные системы охлаждения /Пр/                                                                                                                                                                                                                                            | 6 | 2     | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2Л3.4 | Отчет                  |
| 1.22 | Общие принципы расчета температур полупроводниковых компонентов РЭА в корпусе /Тема/                                                                                                                                                                                                                                                       | 6 | 0     |                                                                      |                              |                        |
| 1.23 | Тепловое сопротивление «кристалл (переход) - корпус», «кристалл (переход) – окружающая среда». Особенности применения этих характеристик в задачах расчета тепловых режимов полупроводниковых компонентов РЭА. /Лек/                                                                                                                       | 6 | 2     | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2 Л1.3                    | Контрольные вопросы    |
| 1.24 | Расчет температуры кристалла полупроводникового устройства /Пр/                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6 | 2     | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2 Л1.3                    | Отчет                  |
|      | <b>Раздел 2. Внеаудиторная работа и контроль знаний</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |   |       |                                                                      |                              |                        |
| 2.1  | Консультирование, индивидуальные занятия со студентами, самостоятельная и письменная работа студентов, экзамен /Тема/                                                                                                                                                                                                                      | 6 | 0     |                                                                      |                              |                        |
| 2.2  | Консультирование /ИКР/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6 | 0,65  | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В |                              | Вопросы к экзамену     |
| 2.3  | Индивидуальные занятия /Кнс/                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 6 | 2     | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В |                              | Вопросы к экзамену     |
| 2.4  | Экзамен /Экзамен/                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6 | 35,35 | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В |                              | Вопросы к экзамену     |
| 2.5  | Самостоятельная работа обучающихся /Ср/                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6 | 26,3  | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В |                              | Устный опрос           |
| 2.6  | Расчет систем двухконтурного жидкостного охлаждения устройств электронной техники /КПКР/                                                                                                                                                                                                                                                   | 6 | 15,7  | ПК-3.2-3<br>ПК-3.2-У<br>ПК-3.2-В<br>ПК-4.2-3<br>ПК-4.2-У<br>ПК-4.2-В | Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.2Л3.4 | Защита курсовой работы |

**5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

«Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Тепловые процессы в электронике»)

**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 | Улитенко А. И.,<br>Гуров В. С., Пушкин В. А. | Принципы построения индивидуальных систем охлаждения электронных приборов и устройств | Москва:<br>Горячая линия<br>-Телеком,<br>2015, 286 с.                                            | 978-5-9912-0232-9,<br><a href="https://e.lanbook.com/book/111112">https://e.lanbook.com/book/111112</a>         |
| Л1.2 | Дьяконов, В. Г.,<br>Лонцаков, О. А.          | Основы теплопередачи : учебное пособие                                                | Казань:<br>Казанский национальный исследовательский технологический университет,<br>2011, 230 с. | 978-5-7882-1114-5,<br><a href="https://www.iprbookshop.ru/62530.html">https://www.iprbookshop.ru/62530.html</a> |
| Л1.3 | Амирханов, Д. Г.                             | Теплопередача : учебное пособие                                                       | Казань:<br>Казанский национальный исследовательский технологический университет,<br>2008, 119 с. | 978-5-7882-0611-0,<br><a href="https://www.iprbookshop.ru/63482.html">https://www.iprbookshop.ru/63482.html</a> |

**6.1.2. Дополнительная литература**

| №    | Авторы, составители | Заглавие                                                                                                                 | Издательство, год   | Количество/название ЭБС |
|------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Л2.1 | Фефелов А.А.        | Улучшение массогабаритных показателей электровакуумных и газоразрядных приборов большой и средней мощности : автореферат | Рязань, 2008, 16с.  | , 1                     |
| Л2.2 | Фефелов А.А.        | Улучшение массогабаритных показателей электровакуумных и газоразрядных приборов большой и средней мощности : диссертация | Рязань, 2008, 215с. | , 1                     |

**6.1.3. Методические разработки**

| №    | Авторы, составители                                            | Заглавие                                                                                                               | Издательство, год        | Количество/название ЭБС                                                                            |
|------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Л3.1 | Фефелов А.А.,<br>Фефелова К.Б.,<br>Пушкин В.А.,<br>Рожков О.В. | Изучение методов измерения плотности тепловых потоков и сопротивления теплопередаче материалов : Методические указания | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016, | ,<br><a href="https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/993">https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/993</a> |
| Л3.2 | Фефелов А.А.,<br>Брыков А.В.                                   | Тепловое излучение. Элементы теории и примеры решения типовых задач : Методические указания                            | Рязань: РИЦ РГРТУ, 2011, | ,<br><a href="https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/996">https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/996</a> |

| №    | Авторы, составители                          | Заглавие                                                                                                         | Издательство, год         | Количество/название ЭБС |
|------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| ЛЗ.3 | Рожков О.В.,<br>Пушкин В.А.,<br>Фефелов А.А. | Термография и тепловизионное обследование : метод. указ. к лаб. работе                                           | Рязань, 2016, 24с.        | , 1                     |
| ЛЗ.4 | Улитенко А.И.,<br>Фефелов А.А.               | Расчет систем двухконтурного жидкостного охлаждения устройств электронной техники : метод. указ. к курс. проект. | Рязань, 2018, 24с.; прил. | , 1                     |

### 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 |
| MS Office 2003               | Коммерческая лицензия |

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

|         |                                                                                         |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.3.2.1 | Система КонсультантПлюс <a href="http://www.consultant.ru">http://www.consultant.ru</a> |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 223 лабораторный корпус. учебная аудитория для проведения учебных занятий, компьютерный класс Специализированная мебель (20 посадочных места), магнитно-маркерная доска. 8 ПК. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ                         |
| 2 | 404 учебно-административный корпус. Учебная аудитория для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Специализированная мебель (120 мест), мультимедийное оборудование, экран, компьютер, доска. |

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

«Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методические указания дисциплины «Тепловые процессы в электронике»)

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Круглов Сергей  
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

**17.06.26** 14:39 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО  
ЗАВЕДУЮЩИМ  
ВЫПУСКАЮЩЕЙ  
КАФЕДРЫ

**ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ**, Круглов Сергей  
Александрович, Заведующий кафедрой ПЭЛ

**17.06.26** 14:40 (MSK)

Простая подпись