

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета Вяжских В.И.
«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Теплофизика»

Направление подготовки 22.03.02 Металлургия

Профиль Технология литейных процессов

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

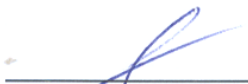
Форма обучения очная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

 /Д.А. Коновалов/

Заведующий кафедрой
Теоретической и
промышленной
тепознергетики

 /В.В. Портнов/

Руководитель ОПОП

 /Л.С. Печенкина/

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины: обучить будущих специалистов основам теплофизического анализа различных процессов и методам решения теплофизических задач сложных систем металлургического производства.

1.2. Задачи освоения дисциплины: формирование способности выполнять расчеты теплофизических процессов; формирование творческого мышления; объединение фундаментальных знаний основных законов и методов физических исследований формирование навыков самостоятельного проведения теплофизических исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теплофизика» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Теплофизика» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и металлообработке

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	Знать: Основные понятия и определения теплофизики; законы теплопроводности и конвективного теплообмена, включая нестационарные процессы; теоремы и числа подобия; основы теории фазовых переходов; законы лучистого теплообмена; механизмы интенсификации теплофизических процессов
	Уметь: Выполнять расчеты для широкого круга задач теплопроводности, конвективного теплообмена при течении в каналах различной формы, радиационного теплообмена для сложных технических систем
	Владеть: Навыками выбора теплофизического инструментария для построения технологических процессов в металлургии и металлообработке; выбора способов интенсификации теплообмена.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теплофизика» составляет 3 з.е.

**Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	108 3	108 3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и определения теплофизики. Теплофизические свойства веществ	Основные понятия и определения теплофизики. Перенос тепла и массы. Закон Фурье. Градиент температуры и концентрации. Коэффициент теплопроводности. Условия однозначности теплофизических процессов	4	6	8	18
2	Перенос теплоты теплопроводностью	Дифференциальное уравнение теплопроводности. Передача теплоты через плоскую и цилиндрическую стенку при различных граничных условиях. Передача теплоты через многослойные стенки. Нестационарная теплопроводность. Теплопроводность тел конечных размеров.	4	6	8	18
3	Фундаментальные законы теплофизики. Теория пограничного слоя	Основные понятия и определения конвективного теплообмена. Дифференциальные уравнения гидродинамики и теплообмена. Понятие пограничного слоя. Особенности определения величин гидродинамического и температурного пограничного слоев	4	6	8	18
4	Теория подобия. Конвективный теплообмен	Основы теории подобия. Теоремы подобия. Критерии подобия. Построение критериальных уравнений. Теплообмен при обтекании тел различной формы и при течении в каналах. Свободная конвекция	2	6	10	18
5	Фазовые переходы. Радиационный теплообмен	Основные понятия и определения при фазовых переходах. Теплообмен при пузырьковом и пленочном кипении. Определение критических значений плотностей теплового потока. Основные понятия и законы лучистого теплообмена. Эффективность защитных экранов	2	6	10	18
6	Интенсификация теплообмена. Теплофизические основы нагрева и охлаждения тел	Способы интенсификации теплообмена и оценка их эффективности. Наножидкости и особенности их применения. Особенности режимов нагрева термически тонких и массивных тел. Расчеты нагрева тел различной формы.	2	6	10	18
Итого			18	36	54	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-3	Знать: Основные понятия и определения теплофизики; законы теплопроводности и конвективного теплообмена, включая нестационарные процессы; теоремы и числа подобия; основы теории фазовых переходов; законы лучистого теплообмена; механизмы интенсификации теплофизических процессов	Знает основные понятия и определения теплофизики; законы теплопроводности и конвективного теплообмена, включая нестационарные процессы; теоремы и числа подобия; основы теории фазовых переходов; законы лучистого теплообмена; механизмы интенсификации теплофизических процессов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: Выполнять расчеты для широкого круга задач теплопроводности, конвективного теплообмена при течении в каналах различной формы, радиационного теплообмена для сложных технических систем	Умеет выполнять расчеты для широкого круга задач теплопроводности, конвективного теплообмена при течении в каналах различной формы, радиационного теплообмена для сложных технических систем	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: Навыками выбора теплофизического инструментария для построения технологических процессов в металлургии и	Владеет навыками выбора теплофизического инструментария для построения технологических процессов в металлургии и выбора способов интенсификации теплообмена	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	металлообработке; выбора способов интенсификации теплообмена.			
--	--	--	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-3	Знать: Основные понятия и определения теплофизики; законы теплопроводности и конвективного теплообмена, включая нестационарные процессы; теоремы и числа подобия; основы теории фазовых переходов; законы лучистого теплообмена; механизмы интенсификации теплофизических процессов	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь: Выполнять расчеты для широкого круга задач теплопроводности, конвективного теплообмена при течении в каналах различной формы, радиационного теплообмена для сложных технических систем	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть: Навыками выбора теплофизического инструментария для построения технологических процессов в металлургии и металлообработке; выбора способов интенсификации теплообмена.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Какой механизм переноса теплоты **не** относится к сложному теплообмену:

- А) радиационно-кондуктивный теплообмен;
- Б) радиационно-конвективный теплообмен;
- В) конвекция;**
- Г) теплопередача.

2. Как изменяется коэффициент теплопроводности для строительных материалов с ростом температуры?

- А) увеличивается;**
- Б) уменьшается;
- В) остается неизменным;
- Г) для разных материалов изменяется по разному.

3. Сколько существует типов граничных условий?

- А) Один;
- Б) Два;
- В) Три;
- Г) Четыре.**

4. Для описания какого типа граничных условий используется закон Ньютона-Рихмана?

- А) Граничные условия первого рода;
- Б) Граничные условия второго рода;
- В) Граничные условия третьего рода;**
- Г) Закон Ньютона-Рихмана не применяют при описании граничных условий.

5. Что характеризует величина $\delta/\lambda, (m^2 \cdot K)/Wm$?

- А) Термическое сопротивление стенки;**
- Б) Тепловую проводимость стенки;
- В) Теплопередачу;
- Г) Теплоотдачу.

6. Каков физический смысл числа Фурье?

- А) Характеризует безразмерное время;**
- Б) Характеризует безразмерную скорость;
- В) Характеризует термическое сопротивление;
- Г) Характеризует влияние вязких сил.

7. Укажите два верных положения о числе Рейнольдса:

- А) число Рейнольдса характеризует режим течения жидкости;**
- Б) число Рейнольдса не зависит от вязкости жидкости;
- В) переход от ламинарного режима течения к турбулентному в трубе круглого сечения происходит при $Re = 2300$;**
- Г) при уменьшении поперечного сечения трубы, по которой течёт

идеальная жидкость число Рейнольдса не изменяется.

8. С увеличением скорости течения теплоносителя в теплообменнике, коэффициент теплопередачи:

- А) увеличивается;
- Б) уменьшается;
- В) остается неизменным;
- Г) нельзя сделать выводы, поскольку неизвестен коэффициент теплоотдачи второго теплоносителя**

9. Какой способ позволяет обеспечить больший перенос теплоты

- А) свободная конвекция;
- Б) вынужденная конвекция;
- В) фазовый переход;**
- Г) теплопроводность

10. Что наиболее эффективно позволяет увеличить теплосъем при теплопроводности:

- А) варьирование температурами на поверхности стенки;
- Б) использование ребер;**
- В) увеличение скорости потока;
- Г) нет правильного ответа

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Каков может быть максимальный расход в трубопроводе диаметром $d = 80$ мм, чтобы при протекании в нем воды ($\nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) наблюдался устойчивый ламинарный режим движения?

- А) 45 л/с
- Б) 88 л/с
- В) 145,7 л/с**
- Г) 254 л/с

2. Определить коэффициент теплопроводности материала стенки, если при её толщине $\delta = 40$ мм и разности температур на поверхностях $\Delta t = 20^\circ\text{C}$ плотность теплового потока $q = 145 \text{ Вт/м}^2$.

- А) 1 Вт/м К
- Б) 0,3 Вт/м К**
- В) 0,03 Вт/м К
- Г) 1,4 Вт/м К

3. Определить поток тепла от кирпичной стенки площадью $S = 2 \cdot 0,8 \text{ м}^2$, нагретой до 120°C в помещении, температура воздуха в котором 20°C . Коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху $\alpha = 6,82 \text{ Вт/м}^2\text{К}$.

- А) 0,5 кВт

- Б) 1,1 кВт**
- В) 1,7 кВт
- Г) 2,2 кВт

4. Определить коэффициент облучённости между двумя стальными параллельно расположенными дисками с центрами на общей оси (нормали). Температура поверхности дисков $t_1 = 300^\circ\text{C}$ и $t_2 = 100^\circ\text{C}$; диски имеют одинаковый диаметр $d_1 = d_2 = 300$ мм, расстояние между ними $h = 100$ мм. Степень черноты дисков $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,24$.

- А) 0,52**
- Б) 0,62
- В) 0,72
- Г) 0,88

5. Поверхность стального изделия имеет температуру 727°C и степень черноты $\varepsilon = 0,7$. Излучающую поверхность можно считать серой. Вычислить плотность потока излучения.

- А) 2 кВт/м²
- Б) 4 кВт/м²**
- В) 12 кВт/м²
- Г) 15 кВт/м²

6. Вычислить плотность теплового потока через плоскую однородную стенку, если стенка выполнена из бетона $\lambda = 1,1$ Вт/м К. Толщина стенки $\delta = 50$ мм, температуры на поверхностях стенок поддерживаются постоянными $t_1 = 100^\circ\text{C}$, $t_2 = 90^\circ\text{C}$.

- А) 110 Вт/м²
- Б) 220 Вт/м²**
- В) 400 Вт/м²
- Г) 420 Вт/м²

7. Определить поток излучения трубки диаметром $d = 2$ см и длиной $l = 1$ м, нагретой до температуры 60°C в большом помещении с температурой 20°C . Степень черноты материала трубки $\varepsilon = 0,2$.

- А) 2 Вт
- Б) 3,5 Вт**
- В) 5 Вт
- Г) 7 Вт

8. Найти мощность электрического тока, необходимую для накаливания нити диаметром 1 мм и длиной 20 см до температуры 3500 К. Считать, что нить излучает как чёрное тело. Потерями тепла на теплопроводность и конвекцию пренебречь.

- А) 2,5 кВт
- Б) 4,2 кВт**

- В) 5,3 кВт**
Г) 6,1 кВт

9. Определить, во сколько раз уменьшается поток энергии излучения, если между серыми пластинами ($\epsilon_1 = \epsilon_2 = 0,8$) установлен экран с более высокой отражающей способностью ($\epsilon_3 = 0,2$).

- А) 2
Б) 4
В) 7
Г) 8

10. Вычислить плотность теплового потока через плоскую однородную стенку, если стенка выполнена из стали ($\lambda = 40$ Вт/м К); Толщина стенки $\delta = 50$ мм, температуры на поверхностях стенок поддерживаются постоянными $t_1 = 100^\circ\text{C}$, $t_2 = 90^\circ\text{C}$.

- А) 1500 Вт/м²
Б) 2700 Вт/м²
В) 4000 Вт/м²
Г) 8000 Вт/м²

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить скорости, при которых сохраняется устойчивый ламинарный режим при протекании мазута ($\nu = 0,6 \cdot 10^{-4}$ м²/с) по трубопроводу диаметром $d = 100$ мм ?

- А) 1 м/с
Б) 1,4 м/с
В) 2,8 м/с
Г) 5 м/с

2. Определить плотность теплового потока через плоскую стальную стенку котла толщиной $\delta_1 = 10$ мм с теплопроводностью $\lambda = 50$ Вт/(м К) для нагрева воды. В процессе эксплуатации поверхность нагрева со стороны газов покрылась слоем сажи толщиной $\delta_2 = 2$ мм с $\lambda_2 = 0,09$ Вт/(м·К). Температура газов $t_{c1} = 1127^\circ\text{C}$, температура кипящей воды $t_{c2} = 227^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи от газов к стенке $\alpha_1 = 100$ Вт/(м²К) и от стенки к кипящей воде $\alpha_2 = 5000$ Вт/(м² К). Вычислить сколько раз уменьшится теплопередача с появлением слоя сажи.

- А) 1,5 раза
Б) 3,1 раза
В) 4 раза
Г) Не изменится

3. Через плоскую металлическую стенку топки котла толщиной $\delta = 14$ мм от газов к кипящей воде проходит удельный тепловой поток $q = 25\,000$

Вт/м². Коэффициент теплопроводности стали $\lambda_{ст} = 50$ Вт/(м·К). Определить перепад температуры на поверхностях стенки.

- А) 1°C
- Б) 7°C**
- В) 12°C
- Г) 15°C

4. Вычислить тепловой поток через 1 м² чистой поверхности нагрева парового котла, если заданы следующие величины: температура дымовых газов $T_{ср1} = 1000$ °С, температура кипящей воды $T_{ср2} = 200$ °С, коэффициенты теплоотдачи от газов к стенке $\alpha_1 = 100$ Вт/(м²·К) и от стенки к кипящей воде $\alpha_2 = 5000$ Вт/(м²·К). Коэффициент теплопроводности материала стенки $\lambda = 50$ Вт/(м·К) и толщина стенки $\delta = 12$ мм.

- А) 15 кВт/м²
- Б) 38 кВт/м²
- В) 76 кВт/м²**
- Г) 108 кВт/м²

5. Определить величину теплового потока при лучистом теплообмене между стенками сосуда Дьюара, внутри которого хранится жидкий кислород, если на наружной поверхности внутренней стенки сосуда температура $t_1 = -183$ °С, а на внутренней поверхности наружной стенки $t_2 = 17$ °С. Стенки сосуда покрыты слоем серебра, степень черноты которого $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 0,02$. Площади поверхности стенок $S_1 = S_2 = 0,1$ м².

- А) 0,2 Вт
- Б) 0,4 Вт**
- В) 0,8 Вт
- Г) 1,0 Вт

6. Поверхность стального изделия имеет температуру 727°С и степень черноты $\varepsilon = 0,7$. Излучающую поверхность можно считать серой. Вычислить длину волны, которой будет соответствовать максимальное значение спектральной плотности излучения.

- А) 2,1 мкм
- Б) 2,9 мкм**
- В) 3,5 мкм
- Г) 4,6 мкм

7. Определить коэффициент теплоотдачи излучением с поверхности металлической отливки в открытом пространстве при температуре $t_{п} = 1000$ °С, степень черноты отливки $\varepsilon = 0,8$, температура окружающей среды $t_c = 20$ °С.

- А) 107 Вт/м²·К
- Б) 121 Вт/м²·К**
- В) 153 Вт/м²·К
- Г) 209 Вт/м²·К

8. Определить потерю тепла q через свод пламенной печи, выложенной из шамотного кирпича [$\delta = 250$ мм, $\lambda = 1,28$ Вт/(м·К)]. Температура свода печи на горячей стороне $T_1 = 1000$ °С, а на холодной $T_2 = 200$ °С.

- А) 2,2 кВт/м²
- Б) 4,1 кВт/м²**
- В) 5,3 кВт/м²
- Г) 7,8 кВт/м²

9. Трубопровод диаметром $d_1/d_2 = 44/51$ мм, по которому течет масло, покрыт слоем бетона толщиной $\delta_2 = 80$ мм. Коэффициент теплопроводности материала трубопровода $\lambda_1 = 50$ Вт/(м·К), коэффициент теплопроводности бетона $\lambda_2 = 1,28$ Вт/(м·К). Средняя температура масла на рассматриваемом участке трубопровода $T_{ср1} = 120$ °С, температура окружающего воздуха $T_{ср2} = 20$ °С. Коэффициенты теплоотдачи от масла к стенке $\alpha_1 = 100$ Вт/(м²·К) и от поверхности бетона к воздуху $\alpha_2 = 10$ Вт/(м²·К). Определить потери тепла с 1 м трубопровода, покрытого бетоном.

- А) 150 Вт/м
- Б) 250 Вт/м**
- В) 350 Вт/м
- Г) 450 Вт/м

10. Обмуровка топки парового котла состоит из двух слоев. Внутренний слой выполнен из шамотного кирпича: $\delta_1 = 400$ мм, $\lambda_1 = 1,4$ Вт/(м·К), а наружный - из красного кирпича: $\delta_2 = 200$ мм, $\lambda_2 = 0,58$ Вт/(м·К). Температуры внутренней и наружной поверхности обмуровки соответственно $t_1 = 900$ °С и $t_3 = 90$ °С.

Определить наибольшую температуру t_2 красного кирпича.

- А) 480°С
- Б) 530°С**
- В) 620°С
- Г) 700°С

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Механизм переноса теплоты теплопроводностью.
2. Теплопередача.
3. Сложный теплообмен.
4. Условия однозначности, граничные условия.
5. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
6. Теплопроводность через плоскую стенку.
7. Теплопроводность через цилиндрическую стенку.
8. Теплопроводность многослойных стенок.
9. Дифференциальные уравнения гидродинамики и тепломассообмена.
10. Теория пограничного слоя.
11. Конвективный теплообмен при обтекании пластины и пучков труб.

12. Конвективный теплообмен при течении охладителя в каналах различной формы.
13. Температурный напор, особенности расчета.
14. Основы теории подобия.
15. Теоремы подобия, критериальные числа.
16. Теплообмен при свободной конвекции.
17. Теплообмен при пузырьковом кипении в условиях вынужденной конвекции.
18. Теплообмен при пленочном кипении.
19. Кризисы теплообмена при фазовом переходе.
20. Основные законы лучистого теплообмена.
21. Лучистый теплообмен между стенками.
22. Лучистый теплообмен между телом и оболочками. Защитные экраны.
23. Излучение полупрозрачных сред.
24. Способы интенсификации теплообмена и оценка эффективности.
25. Выбор режимов нагрева/охлаждения термически тонких и массивных тел.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 2 баллами, задача оценивается в 6 баллов (3 баллов верное решение и 3 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 10.

1. Оценка «Незачет» ставится в случае, если студент набрал менее 4 баллов.

2. Оценка «Зачет» ставится в случае, если студент набрал от 4 до 10 баллов

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и определения теплофизики. Теплофизические свойства веществ	ПК-3	Тест
2	Перенос теплоты теплопроводностью	ПК-3	Тест, решение стандартных задач, решение прикладных задач
3	Фундаментальные законы	ПК-3	Тест, решение стандартных

	теплофизики. Теория пограничного слоя		задач, решение прикладных задач
4	Теория подобия. Конвективный теплообмен	ПК-3	Тест, решение стандартных задач, решение прикладных задач
5	Фазовые переходы. Радиационный теплообмен	ПК-3	Тест, решение стандартных задач, решение прикладных задач
6	Интенсификация теплообмена. Теплофизические основы нагрева и охлаждения тел	ПК-3	Тест, решение стандартных задач, решение прикладных задач

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Коновалов Д. А. Теплофизика сложных систем: учебное пособие / Д. А. Коновалов; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2020. – 174 с.

2. Исаченко В.П. Теплопередача: учебник для вузов / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 416 с.

3. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче: учебное пособие : допущено Министерством высшего и среднего специального образования. - 4-е изд., перераб.; репринт. изд. - Москва : Транспортная компания, 2016. - 287 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при

осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Поисковые сервисы в сети «Интернет».

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированные лекционные аудитории, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Теплофизика» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета теплофизических процессов. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в

промежуточной аттестации	течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.
--------------------------	---