

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Тепловая и атомная энергетика»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

«Б.1.1.17 – Термодинамика и теплопередача»

направления подготовки

«21.03.01 Нефтяное дело»

Профиль «Проектирование, сооружение и эксплуатация нефтегазопроводов и  
газонефтехранилищ»

форма обучения – заочная

курс – 3

семестр – 6

зачетных единиц – 3

часов в неделю –

всего часов – 108

в том числе:

лекции – 4

коллоквиумы –

практические занятия – 10

лабораторные занятия –

самостоятельная работа – 94

зачет –

экзамен – 5 семестр

РГР – нет

курсовая работа – нет

курсовой проект – нет

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит в изучении студентами основных законов термодинамики и тепломассообмена, принципов работы теплотехнического оборудования и тепловых энергетических установок.

Основными задачами изучения дисциплины являются овладение студентами основными понятиями и фундаментальными законами термодинамики и тепломассообмена, а также научиться выполнять инженерные теплотехнические расчеты основных технологических процессов, встречающихся в инженерной практике.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Термодинамика и теплопередача» входит в базовую часть цикла подготовки бакалавра по направлению «Нефтегазовое дело».

Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими дисциплинами и частями ООП выражается в следующем.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: высшая математика; физика; химия, гидрогазодинамика.

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при изучении дисциплин профессионального цикла и при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

– способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

Студент должен знать: основные законы термодинамики и теплообмена; способы получения и преобразования энергий; принципы работы основного теплотехнического оборудования.

Студент должен уметь: решать теоретические задачи, используя основные законы термодинамики и тепломассообмена.

Студент должен владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в теплотехнике.

**4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам  
и видам занятий**

№ Модуля	№ Недели	№ Темы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек- ции	Коллок- виумы	Лабора- торные	Прак- тичес- кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4 семестр									
1	1-8	1	Определения термодинамики. Основные законы термодинамики. Термодинамические свойства веществ. Термодинамические процессы.	44	2/2	-	-	4	38
	9-10	2	Понятие термодинамического цикла ТЭУ. Циклы паротурбинных, газотурбинных установок.	28	1/1	—	-	2	25
2	11-18	3	Теория тепломассообмена. Основные законы теории тепломассообмена. Теплопередача. Теплообменные аппараты.	36	1/1	-	-	4	31
Всего				108/ 4	4/ 4	—	-	10	94

## 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Основные понятия и определения термодинамики. Термодинамические параметры, процесс, система, цикл. Теплота и работа. Теплоемкость. Виды энергии. Энтальпия. Работа расширения. Техническая работа. Первый и второй законы термодинамики. Термодинамические свойства идеальных газов. Смеси идеальных газов. Термодинамические свойства реальных газов, паров и жидкостей.	15.1; 15.2; 15.4; 15.5; 15.6
2	1	2	Понятие термодинамического цикла ТЭУ. Циклы паротурбинных, газотурбинных установок. Показатели их эффективности. Способы повышения эффективности. Вопросы безопасности и сохранения окружающей среды при работе теплоэнергетических установок.	15.1; 15.2; 15.4; 15.5
3	1	3	Предмет и основные определения тепломассообмена. Виды теплообмена. Основные положения теории теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Основные положения конвективного теплообмена: закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Теплообмен излучением. Основные понятия и определения. Закон Стефана-Больцмана.	15.3; 15.4; 15.5

**6. Содержание коллоквиумов**  
*Не предусмотрены учебным планом.*

<b>№ темы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>№ коллоквиума</b>	<b>Тема коллоквиума. Вопросы, отрабатываемые на коллоквиуме</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
1	2	3	4	5

**7. Перечень практических занятий**

<b>№ темы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>№ занятия</b>	<b>Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии</b>	<b>Учебно-методическое обеспечение</b>
1	2	3	4	5
1	1	1	Расчет основных параметров состояния. Определение теплоемкости веществ.	15.7
	1	2	Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики.	15.7
	1	3	Термодинамические процессы идеальных газов. Смеси идеальных газов.	15.7
	1	4	Термодинамические процессы реальных газов и паров. Влажный воздух. Дросселирование газов и паров. Термодинамические расчеты процессов с реальными веществами с использованием современных информационных технологий.	15.6; 15.7; 15.12; 15.13; 15.15; 15.16
2	2	5	Циклы ПТУ и ГТУ.	15.6; 15.7
3	1	6	Основные законы теории теплообмена. Теплопроводность.	15.8
	1	7	Основные закономерности конвективного теплообмена.	15.8
	1	8	Теплообмен излучением.	15.8
	1	9	Коэффициент теплопередачи. Основное уравнение теплопередачи. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов, в том числе с использованием современных автоматизированных прикладных систем.	15.8; 15.12; 15.13; 15.15; 15.16

**8. Перечень лабораторных работ**  
*Не предусмотрены учебным планом.*

**9. Задания для самостоятельной работы студентов**

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	4	Определение количества теплоты с использованием понятия теплоемкость. Факторы, влияющие на теплоемкость.	15.1; 15.2; 15.4; 15.5; 15.7
	8	Сущность и основные формулировки. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия.	15.2; 15.4; 15.5;
	8	Термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный.	15.4; 15.5; 15.7
	6	Термодинамические процессы реальных газов и паров. Влажный воздух. Дросселирование газов и паров.	15.2; 15.4; 15.5;
	8	Расчеты термодинамических процессов идеальных и реальных веществ с использованием таблиц и диаграмм.	15.1; 15.2; 15.4; 15.5; 15.6; 15.7
	6	Термодинамические расчеты технологических процессов с реальными веществами с использованием современных информационных технологий	15.12; 15.13; 15.15; 15.16
2	10	Расчет термодинамической эффективности различных циклов ТЭУ. Вопросы безопасности и сохранения окружающей среды при работе теплоэнергетических установок.	15.1; 15.2; 15.4; 15.5; 15.6; 15.7
3	8	Определение коэффициента теплопроводности различных материалов	15.3; 15.4; 15.5; 15.8
	8	Основные числа и критерии подобия. Теплоотдача при вынужденном и свободном движении жидкости.	15.3; 15.4; 15.5; 15.8
	8	Теплопередача. Коэффициент теплопередачи. Основное уравнение теплопередачи. Пути интенсификации теплопередачи. Теплообменные аппараты, назначение, классификация. Основы теплового расчета теплообменных аппаратов.	15.3; 15.4; 15.5; 15.8
	8	Определение коэффициента теплоотдачи для горизонтальной и вертикальной трубы при свободной конвекции.	15.3; 15.4; 15.5; 15.8
	6	Типы теплообменных аппаратов и их назначение. Расчет теплообменных аппаратов.	15.3; 15.4; 15.5; 15.8
	6	Теплотехнические расчеты отдельных узлов (аппаратов) с использованием современных автоматизированных прикладных систем	15.12; 15.13; 15.15; 15.16

### **10. Расчетно-графическая работа**

*Не предусмотрена учебным планом.*

### **11. Курсовая работа**

*Не предусмотрена учебным планом.*

## 12. Курсовой проект

*Не предусмотрен учебным планом.*

## 13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины Б.1.1.17 «Термодинамика и теплопередача» должны сформироваться профессиональные компетенции ОПК-2.

Под компетенцией **ОПК-2** понимается способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Для формирования данной компетенции необходимы базовые знания, фундаментальных разделов высшей математики; физики; химии, гидрогазодинамики.

Код компетенции	Этап формирования	Показатели оценивания	Критерии оценивания		
			Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ОПК-2	I (1 семестр)	1. Способность применять основные естественные законы в теплотехнических расчетах. 2. Умение выполнять основные теплотехнические расчеты с использованием методов математического анализа и математического моделирования	Промежуточная аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
			Модуль	Вопросы и тестовые задания к экзамену	экзамен

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины Б.1.1.17 «Термодинамика и теплопередача», проводится промежуточная аттестация в виде модуля.

## Вопросы для экзамена

1. Техническая термодинамика. Основные понятия и определения. Параметры состояния. Уравнения состояния.
2. Термодинамическая система. Термодинамический процесс. Теплота и работа.
3. Теплоемкость. Виды теплоемкостей. Факторы, влияющие на теплоемкость.
4. Виды энергий. Внутренняя энергия, энергия проталкивания, энтальпия.
5. Работа расширения и техническая работа.
6. Первый закон термодинамики.
7. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Энтропия.
8. Термодинамические свойства идеальных газов. Смеси идеальных газов. Вычисление параметров смеси.
9. Изохорный термодинамический процесс идеальных газов.
10. Изобарный термодинамический процесс идеальных газов.
11. Изотермный термодинамический процесс идеальных газов.
12. Адиабатный термодинамический процесс идеальных газов.
13. Политропный термодинамический процесс идеальных газов.
14. Термодинамические свойства реальных газов. Ван-дер-Ваальский газ.
15. Термодинамические свойства паров и жидкостей. Фазовые переходы. Расчет параметров влажного пара.
16. Термодинамические процессы реальных газов и паров (изохорный, изобарный, изотермный).
17. Адиабатный процесс расширения и сжатия реальных газов и паров. Графическое изображение процесса в  $h-s$  – диаграмме.
18. Влажный воздух. Основные понятия и определения.  $h-d$  – диаграмма влажного воздуха.
19. Дросселирование газов и паров. Сущность процесса. Эффект Джоуля-Томсона.
20. Понятие термодинамического цикла. Прямые и обратные циклы. Классификация термодинамических циклов.
21. Показатели термодинамической эффективности одноцелевых циклов.
22. Показатели термодинамической эффективности теплофикационных циклов.
23. Циклы паровых теплоэнергетических установок. Типы паровых ТЭУ. Цикла Ренкина.
24. Расчет термического КПД цикла Ренкина. Пути повышения эффективности циклов ПТУ.
25. Циклы газотурбинных установок. Термический КПД цикла Брайтона. Пути повышения эффективности циклов ГТУ.
26. Предмет теплообмена. Способы теплообмена. Тепловой поток, плотность теплового потока.
27. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Контактное термическое сопротивление Тепловая изоляция.
28. Теплопроводность. Перенос теплоты в однородной и многослойной плоских стенках.
29. Теплопроводность. Перенос теплоты в цилиндрической стенке.
30. Конвективный теплообмен. Закон Ньютона-Рахмана. Коэффициент теплоотдачи. Свободное и вынужденное движение.
31. Критерии (числа) подобия. Свободное и вынужденное движение. Ламинарный и турбулентный режим движения текущей среды.
32. Пограничный слой. Ламинарный и турбулентный режим движения текущей среды.
33. Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана. Степень черноты.
34. Излучение газов и твердых поверхностей. Экранирование.
35. Теплопередача. Коэффициент теплопередачи. Основное уравнение теплопередачи.
36. Пути интенсификации теплопередачи. Теплопередача через оребренную поверхность.



37. Теплообменные аппараты. Основы расчета теплообменного аппарата. Температурный напор.

### Тестовые задания по дисциплине

#### Фрагмент тестов

1. Какая из приведенных размерностей является размерностью давления в системе СИ:

- 1) кгс/см<sup>2</sup>                      2) Н/м<sup>2</sup>                      3) кг/(с<sup>2</sup>м)                      4) бар

2. Какими из приведенных ниже соотношений определяется абсолютное давление (В – барометрическое давление;  $p_{\text{изб}}$  – избыточное давление; Н – разрежение):

- 1)  $V + p_{\text{изб}}$                       2)  $H + p_{\text{изб}}$                       3)  $V + H$                       4)  $p_{\text{изб}} - V$

3. Какая теплоемкость соответствует бесконечно малому интервалу изменения температур:

- 1) изохорная                      2) изобарная                      3) средняя                      4) истинная

4. При течении газа (или жидкости) в условиях сплошного потока, каждый кг вещества переносит на себе дополнительную энергию проталкивания, определяемую по формуле:

- 1)  $p \cdot v$                       2)  $p \cdot dv$                       3)  $-v \cdot dp$                       4)  $\rho g h$

5. Каким выражением определяется приращение внутренней энергии идеального газа  $du$ ?

- 1)  $p \cdot dv$                       2)  $c_p \cdot dT$                       3)  $c_v \cdot dT$                       4)  $T \cdot ds$

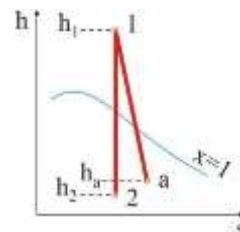
6. Чему равна энтальпия сухого насыщенного пара  $h''$ , если энтальпия воды  $h'$ :

- 1)  $r$                       2)  $r \cdot x$                       3)  $h'$                       4)  $h' + r$

7. На  $h_s$  - диаграмме показан процесс расширения пара в турбине.

Чему равна действительная работа расширения пара?

- 1)  $h_1 - h_2$                       2)  $h_1 - h_a$                       3)  $h_1$                       4)  $(h_1 - h_2)/2$



8. Что такое температура точки росы  $t_p$ ?

- 1) Температура насыщения при данном давлении  
 2) Температура, при которой достигается относительная влажность  $\varphi=1$  при охлаждении воздуха  
 3) Температура смоченного термометра  
 4) Температура испаряющейся жидкости

9. Какое применение имеют сопла Лавалья?

- 1) Измерение скорости течения                      2) Получение струи газа со сверхзвуковой скоростью  
 3) Измерение расхода газа                      4) Распыливание топлива в форсунках

10. Из каких процессов состоит цикл Карно?

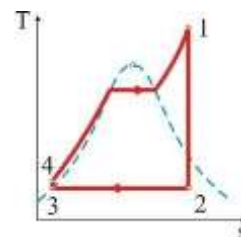
- 1) Адиабатные - сжатия и расширения, изобарные - подвод и отвод теплоты  
 2) Адиабатные - сжатия и расширения, изотермические - подвод и отвод теплоты  
 3) Адиабатные - сжатия и расширения, изохорные - подвод и отвод теплоты  
 4) Политропные - сжатия и расширения, изотермические - подвод и отвод теплоты

11. Как изменяется термический КПД цикла Ренкина при повышении давления в конденсаторе?

- 1) Не изменяется
- 2) Колеблется около некоторого среднего значения
- 3) Увеличивается
- 4) Уменьшается

12. На рисунке показана Ts - диаграмма ПТУ. Какому циклу она соответствует?

- 1) Циклу Ренкина без промперегрева
- 2) Циклу Ренкина с одним промперегревом
- 3) Циклу Брайтона
- 4) Циклу Карно



13. В каких телах процесс теплопроводности обусловлен диффузией молекул и атомов?

- 1) В жидкостях
- 2) В металлах
- 3) В газах
- 4) В диэлектриках

14. Укажите размерность коэффициента теплопроводности:

- 1)  $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{час} \cdot \text{К}}$
- 2)  $\frac{\text{Вт}}{\text{кг} \cdot \text{час} \cdot \text{К}}$
- 3)  $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$
- 4)  $\frac{\text{Вт м}^2}{\text{К}}$

15. Укажите закон Фурье:

- 1)  $Q = kF\Delta t$
- 2)  $q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n}$
- 3)  $\delta Q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF dt$
- 4)  $Q = \alpha(t_c - t_{ж})F$

16. Что характеризует коэффициент теплоотдачи  $\alpha$ ?

- 1) Интенсивность теплообмена между поверхностью тела и жидкостью
- 2) Теплообмен при движении жидкости
- 3) Теплоту, переносимую конвекцией
- 4) Интенсивность теплообмена от одной жидкости к другой

17. Что называется абсолютно черным телом?

- 1) Тело, полностью поглощающее всю падающую на него лучистую энергию
- 2) Тело, полностью пропускающее всю падающую на него лучистую энергию
- 3) Тело, полностью отражающее всю падающую на него лучистую энергию
- 4) Все ответы верны.

18. Укажите уравнение теплопередачи теплообменного аппарата

- 1)  $Q = \alpha F \Delta t$
- 2)  $Q = k F \Delta t$
- 3)  $Q = \varepsilon F c_0 \left[ \frac{(T_c)^4}{100} - \frac{(T_{ж})^4}{100} \right]$
- 4)  $Q = \frac{\lambda}{\delta} (t_1 - t_2)$

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине Б.1.2.19 «Техническая термодинамика и теплотехника» включает учет успешности выполнения практических и лабораторных работ, самостоятельной работы, тестовых заданий и сдачу зачета.

**Практические работы** считаются успешно выполненными в случае активной работы студента в ходе занятия, участия в дискуссии, ответов на поставленные преподавателем вопросы, диалога со студентами на заданную тему. Шкала оценивания – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за коллоквиум

ставится, если студент отвечает на заданные ему вопросы по теме занятия. «Не зачтено» ставится в случае, если студент не принимает участия в обсуждении, не отвечает на вопросы и не принимает участия в дискуссиях на заданную тему.

**Самостоятельная работа** считается успешно выполненной в случае предоставления реферата по каждой теме. Задание для реферата соответствует пункту 9 рабочей программы. Оценивание рефератов проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» выставляется в случае, если реферат оформлен в соответствии с критериями:

- правильность оформления реферата (титульная страница, оглавление и оформление источников);
- уровень раскрытия темы реферата / проработанность темы;
- структурированность материала;
- количество использованных литературных источников.

В случае, если какой-либо из критериев не выполнен, реферат возвращается на доработку.

В конце семестра обучающийся письменно отвечает на **тестовые задания**, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 50 % вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

**К экзамену** по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по всем лабораторным занятиям и защите всех лабораторных занятий;
- сдачи рефератов с учетом того, что они «зачтены» преподавателем;
- успешном написании тестовых заданий.

Зачет сдается устно, по билетам, в которых представлено 2 вопроса из перечня «Вопросы для экзамена». Оценивание проводится по пятибалльной шкале.

«Отлично» ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
- умении оперировать специальными терминами,
- использовании в ответе дополнительного материала,
- иллюстрировании теоретического положения практическим материалом.

«Хорошо» ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
- умении оперировать специальными терминами,
- иллюстрировании теоретического положения практическим материалом.

Но в ответе могут иметься

- негрубые ошибки или неточности,

«Удовлетворительно» ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
- умении оперировать специальными терминами,

Но в ответе могут иметься

- негрубые ошибки или неточности,
- затруднения в использовании практического материала,
- не вполне законченные выводы или обобщения.

«Неудовлетворительно» ставится при:

- схематичном неполном ответе,
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании.

## 14. Образовательные технологии

Чтение лекций по данной дисциплине проводится с использованием мультимедийного оборудования.

Студентам предоставляется возможность для самоподготовки и подготовки к зачету использовать электронный вариант конспекта лекций, подготовленный преподавателем в соответствии с планом лекций.

При работе используется диалоговая форма ведения лекций с постановкой и решением проблемных задач, обсуждением дискуссионных моментов и т.д.

При проведении лабораторных занятий проводятся экспериментальные изучения свойств веществ и различных процессов с реальными веществами.

При проведении практических занятий создаются условия для максимально самостоятельного выполнения заданий.

При организации вне аудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине студентом осуществляется решение самостоятельных задач обычной сложности, направленных на закрепление знаний и умений.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20%.

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма
Основные законы термодинамики. Роль основных законов термодинамики в работе теплоэнергетического оборудования.	лекция	дебаты
Особенности расчета термодинамических свойств и процессов реальных газов, паров и жидкостей.	лекция	дискуссия
Преобразование энергии в теплоэнергетических установках. Принципы повышения эффективности работы ТЭУ.	лекция	дискуссия

Основные законы тепломассообмена. Роль основных законов тепломассообмена в работе тепломассообменного оборудования.	лекция	дебаты
Теплообменные аппараты, назначение, классификация, принципы работы.	лекция	дискуссия
Основы теплового расчета теплообменных аппаратов и устройств, в том числе с использованием современных автоматизированных прикладных систем.	лекция	дискуссия

## **15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### *1. Обязательные издания.*

1. Кириллин В.А. Техническая термодинамика: учебник для вузов / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

<https://sstu.bibliotech.ru/Reader/Book/8121>

2. Александров А.А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. Учебное пособие для вузов/ Александров А.А. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.

3. Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов / Ф.Ф. Цветков, Б.А. Григорьев. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.

4. Теплотехника: Учебник для втузов/ Под общ. ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.

### *2. Дополнительные издания.*

5. Баскаков А.П. Теплотехника/ Под ред. А.П. Баскакова, - 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1991.

6. Александров А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: Справочник/ А.А. Александров, Б.А. Григорьев. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.

7. Андрианова Т.Н. Сборник задач по технической термодинамике: учебное пособие для студентов вузов / Т.Н. Андрианова, Б.В. Дзампов, В.Н. Зубарев, С.А. Ремезов, Н.Я. Филатов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006.

8. Цветков Ф.Ф. Задачник по тепломассообмену: учебное пособие / Ф.Ф. Цветков, Р.В. Керимов, В.И. Величко. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008.

### *3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).*

9. Дубинин А.Б. Термодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ/ А.Б. Дубинин, В.Н. Осипов. – Саратов: СГТУ, 2006.

10. Антропов Г.В. Тепломассообмен. Методические указания к выполнению лабораторной работы «Теплопередача в водоводяном теплообменнике»/ Г.В. Антропов, Д.А. Андреев. – Саратов: СГТУ, 2006.

#### *4. Периодические издания.*

11. Теплоэнергетика

#### *5. Интернет-ресурсы.*

12. Интернет-версия справочника «Теплотехника и теплоэнергетика» – <http://tw.t.mpei.ac.ru/ТТНВ/>

13. Сайт программы WaterSteamPro (программа расчета свойств воды, водяного пара, газов и смесей газов) – <http://www.wsp.ru/>

#### *6. Источники ИОС.*

14. Техническая термодинамика и теплотехника\_ [https://portal.sstu.ru/Fakult/FES/PTB/ERSP\\_062/default.aspx](https://portal.sstu.ru/Fakult/FES/PTB/ERSP_062/default.aspx)

#### *7. Профессиональные Базы Данных.*

15. Портал по теплофизике для студентов, преподавателей и научных сотрудников – <http://www.thermophysics.ru/>

*8. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья.*

*9. Ресурсы материально-технического и учебно-методического обеспечения, предоставляемые организациями-участниками образовательного процесса.*

16. Сервер, позволяющий вести дистанционно в Интернете инженерные и научно-технические расчеты, в том числе и в области теплоэнергетики – [www.vpu.ru/mas](http://www.vpu.ru/mas)

### **16. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима лекционная аудитория общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенная доской, экраном, компьютером и проектором.

Для лабораторных занятий необходима учебная аудитория общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенная доской и лабораторными стендами для проведения экспериментальных исследований.

Для практических занятий необходима учебная аудитория общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенная доской, экраном, компьютером и проектором и имеющая доступ к проводному Интернету либо к *Wi-fi*.

Для выполнения самостоятельной работы обучающиеся могут воспользоваться компьютерными классами факультета и Электронно-библиотечной системой ВУЗа.

Для оформления письменных работ, презентаций к докладу обучающимся необходимы пакеты программ Microsoft Office (Excel, Word, Power Point), Acrobat Reader, Internet Explorer, или других аналогичных.