



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**Дальневосточный федеральный университет**  
(ДФУ)

**ШКОЛА БИМЕДИЦИНЫ**

«СОГЛАСОВАНО»  
Школы биомедицины  
Руководитель ОП 19.03.01  
Биотехнология

Е.В. Добрылина

«\_11\_» \_\_\_\_\_ 07 \_\_\_\_\_ 2018г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор департамента  
пищевых наук и технологий

Ю.В. Приходько

«\_11\_» \_\_\_\_\_ 07 \_\_\_\_\_ 2018г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теплотехника»**

Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология

Профиль «Пищевая биотехнология»

Форма подготовки очная

Школа биомедицины

Департамент пищевых наук и технологий

курс 2 семестр 3

лекции 18 час.

практические занятия \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ час.

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием МАО лек. 4 /пр. 0 /лаб. 4 час.

всего часов аудиторной нагрузки 54 час.

в том числе с использованием МАО 8 час.

самостоятельная работа 18 час.

в том числе на подготовку к экзамену 36 час.

зачет \_\_\_\_\_ семестр

экзамен 3 семестр

УМКД составлен в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДФУ, утвержденного приказом ректора от 22.03.2017 г. №12-13-485

УМКД обсужден на заседании Департамента пищевых наук и технологий, протокол № 5 от «\_11\_» июля 2018\_ г.

Директор Департамента пищевых наук и технологий д.т.н., профессор Приходько Ю.В.  
Составитель (ли): Цыбульская О.Н.

## АННОТАЦИЯ

учебно-методического комплекса дисциплины

«Теплотехника»

Направление подготовки: 19.03.01 «Биотехнология»

Учебно-методический комплекс дисциплины «Теплотехника» разработан для студентов 2 курса по направлению 19.03.01 «Биотехнология» в соответствии с требованиями ОС ВО по данному направлению.

Дисциплина «Теплотехника» входит в вариативную часть учебного плана.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), лабораторные работы (36 часов), самостоятельная работа студента (18 часа) в том числе на подготовку к экзамену (36 часов). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

**Содержание дисциплины** охватывает следующий круг вопросов:

Основные понятия технической термодинамики. Термодинамические процессы и циклы. Водяной пар, диаграмма водяного пара. Влажный воздух, основные понятия и определения, диаграмма влажного воздуха. Основы теплопередачи (теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение). Теплообменные аппараты.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих курсов: «Высшая математика», «Физика».

**Цель** курса «Теплотехника» – дать студентам глубокие, прочные систематические знания по одному из разделов их подготовки о проблемах, связанных с закономерностями взаимного превращения тепловой и механической энергии, свойствах тел участвующих в этих превращениях, а также о теплообмене в технологических и природных процессах и о методах их решения.

Учебно-методический комплекс включает в себя:

- рабочую программу учебной дисциплины;

- учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся (приложение 1);
- фонд оценочных средств (приложение 2).

Автор-составитель учебно-методического комплекса доцент кафедры  
Теплоэнергетики и теплотехники \_\_\_\_\_ О.Н. Цыбульская

Директор Департамента пищевых наук  
и технологий \_\_\_\_\_ Ю.В. Приходько



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

«СОГЛАСОВАНО»  
Школы биомедицины  
Руководитель ОП 19.03.01  
Биотехнология

Е.В. Добрылина

« 11 » 07 2018г.



«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор департамента  
пищевых наук и технологий

Ю.В. Приходько

« 11 » 07 2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теплотехника

**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**

профиль «Пищевая биотехнология»

**Форма подготовки очная**

курс  2  семестр  3

лекции  18  час.

практические занятия   час.

лабораторные работы  36  час.

в том числе с использованием МАО лек.  4  /пр.  0  /лаб.  4  час.

всего часов аудиторной нагрузки  54  час.

в том числе с использованием МАО  8  час.

самостоятельная работа  18  час.

в том числе на подготовку к экзамену  36  час.

зачет   семестр

экзамен  3  семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДФУ, утвержденного приказом ректора от 22.03.2017 г. №12-13-485

Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента пищевых наук и технологий протокол №  5  от «  11  » июля 2018 г.

Директор Департамента пищевых наук и технологий  д.т.н., профессор Приходько Ю.В.  
Составитель (ли):  Цыбульская О.Н.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании департамента:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## ABSTRACT

**Bachelor's degree in** 19.03.01 Biotechnology

**Study profile** «Food biotechnology».

**Course title:** Heating engineers

**Variable part of Block 1, 5 credits**

**Instructor:** Tsybulskaya O.N.

**At the beginning of the course a student should be able to:**

- general knowledge of the principles of operation of thermal control devices;
- the study of the principles of energy saving and rational use of thermal energy resources;
- familiarization with the principles of operation of heat engines.

**Learning outcomes:**

- OK-4 The ability to creatively perceive and use the achievements of science and technology in the professional sphere in accordance with the needs of the regional and global labor market.
- OK-5 Ability to use modern methods and technologies (including information) in professional activities.
- PC-14 Readiness to use modern computer-aided design systems.

**Course description:** Basic concepts of technical thermodynamics. Thermodynamic processes and cycles. Water vapor, water vapor diagram. Humid air, basic concepts and definitions, a diagram of moist air. Basics of heat transfer (thermal conductivity, convective heat transfer, thermal radiation). Heat exchangers.

Discipline is based on the knowledge gained in the study of the following courses: "Higher mathematics", "Physics".

**Main course literature:**

1. Rudobashta, S.P. Heat Engineering / S.P. Rudobashta. - M .: KolossS, 2010. - 599 p. [Http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785953206587-SCN0002.html](http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785953206587-SCN0002.html)
2. Kirillin, V.A. Technical thermodynamics for universities / V.A. Kirillin, V.V. Sychev, A.E. Sheindlin. - 5th edition., Pererab. and add. - M .: Publishing House MEI, 2008. - 496 p. <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI5.html>, <http://nelbook.ru/reader/?book=5>
3. Bryukhanov, O.N. Heat and mass transfer: textbook / O.N. Bryukhanov, S.N. Shevchenko. - M.: INFRA-M, 2013. - 464 p. [http://artlib.osu.ru/web/books/content\\_all/1650.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/content_all/1650.pdf)
4. Kruglov, G.A. Heat engineering [Electronic resource]: a tutorial / G.A. Kruglov, R.I. Bulgakova, E.S. Kruglov. - Electron. Dan. - St. Petersburg: Lan, 2012. - 208 p. - Access mode: <https://e.lanbook.com/book/3900>
5. Zamaleev, Z.Kh. Basics of hydraulics and heat engineering [Electronic resource]: a tutorial / Z.Kh. Zamaleev, V.N. Posokhin, V.M. Chefanov. - Electron. Dan. - St. Petersburg: Lan, 2014. - 352 p. - Access mode: <https://e.lanbook.com/book/39146>
6. Sinyavsky, Yu.V. Collection of tasks for the course "Heat Engineering" [Electronic resource]: a tutorial / Yu.V. Sinyavsky. - St. Petersburg: GIOR, 2010. - 128 p. - Access mode: <https://e.lanbook.com/book/4907>
7. Lyashkov, V.I. Theoretical Foundations of Heat Engineering: textbook / V.I. Lyashkov. - Moscow: Course, Infra-M, 2015. - 328 p. (1 copy) - Access mode: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:784267&theme=FEFU>

**Form of final knowledge control:** pass-fail exam, exam

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа учебной дисциплины «Теплотехника» разработана в соответствии с требованиями для студентов 2 курса, обучающихся по направлению 19.03.01 «Биотехнология».

Дисциплина «Теплотехника» входит в вариативную часть учебного плана.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часа. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), лабораторные работы (36 часов), самостоятельная работа студента (18 часа) в том числе на подготовку к экзамену (36 часов). Дисциплина реализуется на 2 курсе в 3 семестре.

**Содержание дисциплины** охватывает следующий круг вопросов:

Основные понятия технической термодинамики. Термодинамические процессы и циклы. Водяной пар, диаграмма водяного пара. Влажный воздух, основные понятия и определения, диаграмма влажного воздуха. Основы теплопередачи (теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение). Теплообменные аппараты.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих курсов: «Высшая математика», «Физика».

**Цель** курса «Теплотехника» – дать студентам глубокие, прочные систематические знания по одному из разделов их подготовки о проблемах, связанных с закономерностями взаимного превращения тепловой и механической энергии, свойствах тел участвующих в этих превращениях, а также о теплообмене в технологических и природных процессах и о методах их решения.

**Задачи дисциплины:**

- формирование знаний о принципах действия приборов теплового контроля;
- изучение принципов энергосбережения и рационального

использования тепловых энергоресурсов;

- ознакомление с принципами действия тепловых машин.

Для успешного изучения дисциплины «Теплотехника» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- ПК-14 Готовностью использовать современные системы автоматизированного проектирования.
- ПК-19 Готовностью участвовать в разработке проектной и рабочей технической документации.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции.

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ПК-14 Готовность использовать современные системы автоматизированного проектирования	Знает	Методы решения задач при моделировании процессов тепло- и массопереноса в биотехнологических / технологических процессах.
	Умеет	Обобщать данные и использовать практические знания для исследования, разработки и реализации технологий в профессиональной деятельности с применением современных систем автоматизированного проектирования.
	Владеет	Навыками использования специализированного программного обеспечения использования специализированного программного обеспечения для расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах при осуществлении технологических процессов в профессиональной деятельности.
ПК-19 Готовность участвовать в разработке проектной и рабочей технической документации	Знает	Методы проведение измерений и наблюдений процессов тепло- и массопереноса в биотехнологических / технологических процессах, составление описания проводимых исследований
	Умеет	Подготавливать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций
	Владеет	Навыками составление отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Теплотехника» применяются методы активного обучения: вопросы от студента к преподавателю или от преподавателя к студенту и индивидуальные задания. В качестве метода интерактивного обучения проводятся обсуждения в группе при проведении лекционных и лабораторных занятий.

## **I. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лекционные занятия (18 час.)**

#### **Раздел I. Техническая термодинамика (10 ч)**

##### **Тема 1. Основные понятия и определения термодинамики (2 ч)**

1.1 Предмет технической термодинамики и ее методы. Термодинамическая система. Основные параметры состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Теплота и работа как формы передачи энергии. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Круговые процессы (циклы).

1.2 Смеси рабочих тел. Способы задания состава смеси, соотношения между массовыми и объемными долями. Вычисление параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение давлений компонентов .

1.3 Теплоемкость. Массовая, объемная и молярная теплоемкости. Теплоемкость при постоянном объеме и давлении. Зависимость теплоемкости от температуры и давления. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкости. Теплоемкость смеси рабочих тел.

##### **Тема 2. Первый закон термодинамики (1 ч)**

Сущность первого закона термодинамики. Формулировка первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики для открытых и закрытых систем. Определение работы и теплоты через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. PV и TS диаграммы.

##### **Тема 3. Второй закон термодинамики (1 ч)**

Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин.

Прямые и обратные циклы. Термодинамические КПД и холодильный коэффициент. Циклы Карно и анализ их свойств. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах. Философское и статистическое толкования второго закона термодинамики. Изменение энтропии и работоспособность изолированной термодинамической системы.

#### **Тема 4. Термодинамические процессы(2 ч)**

4.1 Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. Политропные процессы. Основные характеристики политропных процессов. Изображение в координатах  $PV$  и  $TS$ . Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный - частные случаи политропного процесса.

4.2 Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в  $PV$  и  $TS$  координатах. Водяной пар. Понятие об уравнении Вукаловича - Новикова. Уравнение Боголюбова - Майера. Термодинамические таблицы воды и водяного пара,  $PV$ ,  $TS$ ,  $HS$ , диаграммы водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и  $HS$  - диаграммы.

#### **Тема 5. Влажный воздух(2 ч)**

Определение понятия "влажный воздух". Основные величины, характеризующие состояние влажного воздуха.  $h_d$  - диаграмма влажного воздуха. Расчет основных процессов влажного воздуха (подогрев, сушка, смеси воздуха и различных паров).

#### **Тема 6. Циклы холодильных установок(2 ч)**

6.1 Классификация холодильных установок. Рабочие тела. Холодильный коэффициент и холодопроизводительность. Цикл воздушной холодильной установки. Циклы паровых компрессорных холодильных установок. Понятие об абсорбционных и парожетторных холодильных установках. Получение сжиженных газов. Общие принципы и способы достижения сверхнизких температур.

6.2 Термотрансформаторы. Сущность термотрансформации, коэффициент преобразования теплоты. Циклы понижающего и повышающего термотрансформатора. Циклы совместного получения теплоты и холода.

### **РАЗДЕЛ II. Теория теплообмена (8 ч)**

## **Тема 1. Основные понятия и определения теории теплообмена. Теплопроводность (2 ч)**

1.1 Предмет и задачи теории теплообмена. Значение теплообмена в промышленных процессах. Основные понятия и определения. Виды переноса теплоты: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный теплообмен.

1.2 Основные понятия и определения. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Механизмы передачи теплоты в металлах, диэлектриках, полупроводниках, жидкостях и газах. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Коэффициент теплопроводности.

1.3 Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской, цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.

1.4 Нестационарный процесс теплопроводности. Методы решения задач нестационарной теплопроводности: метод разделения переменных, метод интегрального преобразования Фурье, метод Лапласа. Метод конечных разностей. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1, 2 и 3 рода. Нестационарный процесс теплопроводности в телах конечных размеров.

## **Тема 2. Конвективный теплообмен (2 ч)**

2.1 Основные понятия и определения. Уравнение Ньютона -Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье - Стокса), уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости (уравнение Фурье - Кирхгофа), уравнение теплоотдачи на границе потока и стенки (уравнение Био - Фурье), уравнение закона сохранения, однозначности к дифференциальным уравнениям конвективного теплообмена.

2.2 Основы теории подобия. Основные определения. Условия подобия физических явлений. Преобразование подобия. Критериальные уравнения. Определяющие критерии. Метод моделирования. Физический смысл основных критериев подобия. Понятие о математическом моделировании.

2.3. Теплообмен при изменении агрегатного состояния, теплообмен при кипении; механизм процесса при пузырьковом и пленочном режимах кипения. Кризисы кипения. Теплоотдача при пузырьковом и пленочном кипении жидкости в большом объеме. Расчетные уравнения для определения коэффициента теплоотдачи. Пузырьковое и пленочное кипение при вынужденном течении в каналах. Основные режимы течения двухфазного потока в вертикальных и горизонтальных каналах. Теплообмен при конденсации. Пленочная и капельная конденсации. Теплоотдача при конденсации чистых паров. Расчетные уравнения коэффициента теплоотдачи для вертикальных и горизонтальных труб. Факторы, влияющие на теплообмен при конденсации чистых паров и паров из паровых смесей.

## **Тема 3. Теплообмен излучением (1 ч)**

Общие понятия и определения; тепловой баланс лучистого теплообмена. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением между телами, разделенными прозрачной средой; коэффициент облученности; теплообмен между телами, произвольно расположенными в пространстве. Защита от излучения. Излучение газов. Теплообмен излучением в топках и камерах сгорания.

#### **Тема 4. Теплопередача (1 ч)**

Сложный теплообмен. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки. Коэффициент теплопередачи. Пути интенсификации процесса теплопередачи. Тепловая изоляция. Выбор материала тепловой изоляции.

#### **Тема 5. Основы расчета теплообменных аппаратов (2 ч)**

Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Принцип расчета теплообменных аппаратов. Средний температурный напор. Применение ЭВМ для расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах.

Способы интенсификации теплообмена при однофазном течении газов и жидкости, при кипении и конденсации применительно к высокоэффективным теплообменным аппаратам. Современные конструкции трубчатых и пластинчатых теплообменных аппаратов. Методы оценки эффективности интенсификации теплообмена и оптимизация теплообменных аппаратов.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **Лабораторные работы (36 час.)**

#### **Лабораторная работа № 1.**

Определение показателя адиабаты воздуха (4 ч.)

#### **Лабораторная работа № 2.**

Уравнение состояния реальных газов (4 ч.)

#### **Лабораторная работа № 3.**

Определение средней массовой изобарной теплоемкости воздуха (4 ч.)

#### **Лабораторная работа №4.**

Изучение работы теплового насоса (4 ч.)

#### **Лабораторная работа №5.**

Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов методом трубы(4 ч.)

#### **Лабораторная работа № 6.**

Определение теплопроводности твердых материалов методом пластины при имитационном моделировании процесса теплообмена (4ч.)

#### **Лабораторная работа №7.**

Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около горизонтального цилиндра методом имитационного моделирования процесса теплообмена (4 ч.)

#### **Лабораторная работа №8.**

Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около вертикального цилиндра методом имитационного моделирования процесса теплообмена (2ч.)

#### **Лабораторная работа №9.**

Исследование работы теплообменного аппарата при имитационном моделировании (4 ч.)

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Теплотехника» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- ✓ план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- ✓ требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- ✓ критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/	Контролируемые	Коды и этапы формирования	Оценочные средства
------	----------------	---------------------------	--------------------

п	разделы дисциплины	компетенций		текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Техническая термодинамика	ПК-19	Знает методы проведения измерений и наблюдений процессов и решения стоящих задач с использованием методов термодинамики и теории теплообмена.	УО-1 (вопросы для текущей проверки к разделу 1) ПР-6 (лабораторные работы № 1,2,3,4)	УО-1 Вопросы к экзамену
			готовностью участвовать в разработке проектной и рабочей технической документации		
			Умеет анализировать и обобщать частные задачи в общие законы.		
2	Теория теплообмена	ПК-14	Владеет методами оптимизации решения теплотехнических и технологических задач.	УО-1 (вопросы для текущей проверки к разделу 2) ПР-6 (лабораторные работы № 5,6,7,8,9)	УО-1 Вопросы к экзамену
			Знает методы решения задач при моделировании процессов тепло- и массопереноса в биотехнологических / технологических процессах.		
			Умеет обобщать данные и использовать практические знания для исследования, разработки и реализации технологий в профессиональной деятельности с применением современных систем автоматизированного проектирования.		
			Владеет навыками использования использования специализированного программного обеспечения для расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах при осуществлении технологических процессов в профессиональной деятельности.		

Типовые вопросы по разделам курса и вопросы к экзамену, критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Ерофеев В.Л., Пряхин А.С., Семенов П.Д., Теплотехника: учебник для бакалавриата и магистратуры по инженерно-техническим направлениям: [в 2 ч.] Том 1. Термодинамика и теория теплообмена, Москва, Юрайт, 2017. – 308 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:837000&theme=FEFU>
2. Шишулькин С.Ю., Термодинамика. Курс лекций: учебное пособие, Улан-Удэ, Издательство Бурятского Университета, 2017. – 107 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:848381&theme=FEFU>
3. Ляшко В.И., Теоретические основы теплотехники: учебное пособие, Москва, Инфра-М, 2015. – 328 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:784267&theme=FEFU>
4. Коробко В.И., Брюханов О.Н., Основы гидравлики и теплотехники: учебник для среднего профессионального образования, Москва, Академия, 2014. – 240 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:791614&theme=FEFU>
5. Шатров М.Г., Иванов И.Е., Теплотехника: учебник для вузов, Москва, Академия, 2013. – 288 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:694325&theme=FEFU>
6. Замалеев, З.Х. Основы гидравлики и теплотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие / З.Х. Замалеев, В.Н. Посохин, В.М. Чефанов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 352 с. <https://e.lanbook.com/book/39146>

7. Плакунов, В. К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс]: учебник / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. <http://znaniium.com/bookread2.php?book=469367>

8. Круглов, Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.А. Круглов, Р.И. Булгакова, Е.С. Круглова. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 208 с. <https://e.lanbook.com/book/3900>

### Дополнительная литература

1. Орлов, М.Е. Теоретические основы теплотехники. Теплообмен: учебное пособие / Ульяновск: УлГТУ, 2013. – 204с.

2. <http://venec.ulstu.ru/lib/disk/2013/Orlov.pdf>

3. Савин, И.К. Теоретические основы теплотехники (Краткий курс): учебное пособие / Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. – 172с.

4. <http://elibrary.petsu.ru/docs/savin/teplotehnika2/total.pdf>

5. Коновалов, В.И., Пахомов А.Н., Гатапова Н.Ц., Колиух А.Н. Методы решения задач теплопереноса. Теплопроводность и диффузия в неподвижной среде: учебное пособие / Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. – 80 с.

6. <http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2005/gatapova.pdf>

7. Семенов, Б.А. Инженерный эксперимент в промышленной теплотехнике, теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Семенов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 384 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5107>

8. Беляев, В.С. Методики расчетов теплотехнических характеристик энергоэкономичных зданий: учебное пособие для высшего профессионального образования / В. С. Беляев. – Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2014. – 268 с. (2 экз.) – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:775488&theme=FEFU>

## Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Сайт Национального комитета по тепломассообмену (Российская Академия Наук «Международный центр по тепло- и массообмену») <http://www.nchmt.ru/>
2. Сайт ТЕПЛОТА – все для ТЕПЛОТЕХНИКА И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА. Теплоэнергетика, теплоснабжение и теплообмен, термодинамика и теплопередача <http://www.teplota.org.ua/>
3. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru/>
4. Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.gpntb.ru/>
5. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

## Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Программное обеспечение, доступное студентам для выполнения индивидуальных заданий, а также для организации самостоятельной работы:

Аудитория, количество рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры Теплоэнергетики и теплотехники, Аудитория Е-559 а, Аудитория Е-559 г	<ul style="list-style-type: none"><li>- MicrosoftOfficeProfessionalPlus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);</li><li>- 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</li><li>- AdobeAcrobatXIPro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</li><li>- AutoCAD 2017 - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения;</li><li>- WaterSteamPro – свойства воды и водяного пара;</li><li>- WinDjView 2 – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате DJVU;</li><li>- КОМПАС-3DV16 x64 трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения;</li><li>- ПК «Консультант Плюс» - офисный пакет нормативных документов;</li><li>- ПК «ИС Техэксперт 6.0» - офисный пакет нормативных технических документов;</li><li>- «BoilerDesigner 9.8.2.0» - пакет прикладных программ для</li></ul>

При чтении лекционного курса используется компьютерная техника для демонстрации слайдов с помощью программного приложения:

- ✓ Microsoft Office Professional Plus 2016,
- ✓ Adobe Acrobat XI Pro,
- ✓ WinDjView 2.

Для рассылки учебных материалов и другой информации используется электронная почта MicrosoftOutlook, доступная в личном кабинете ДВФУ.

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для успешного освоения дисциплины "Теплотехника" студенту необходимо тщательно изучить теоретический материал прослушанный в лекционном курсе на аудиторных занятиях, после чего ознакомиться с теоретическим материалом в учебниках и учебных пособиях, а также желательно познакомиться с публикациями в периодических изданиях.

Затраты времени на освоение теоретического курса зависят от того, как активно студент работал в аудитории, слушая лекции и изучая материал на лабораторных работах. Непонятные вопросы должны быть проработаны на консультациях. В случае пропуска занятий студенту потребуется сверхнормативное время на освоение пропущенного материала. Для закрепления материала лекций достаточно, перелистывая конспект или читая его, мысленно восстановить прослушанный материал. Для закрепления материала курса необходимо проработать вопросы для самопроверки после каждого пройденного раздела дисциплины. Перечень вопросов к каждому разделу приведен в Приложении 2.

### **Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ**

Цель лабораторного практикума – закрепить теоретические положения изучаемой дисциплины, ознакомить с методикой постановки и проведения теплотехнического эксперимента.

Перед выполнением лабораторных работ студент должен по рекомендованной литературе изучить теоретический материал, относящийся к данным работам. Непосредственно перед выполнением каждой работы следует ознакомиться с опытной установкой, четко представить себе порядок проведения опыта и методику обработки полученных данных, составить план выполнения работы.

К работе на лабораторных установках допускаются студенты, имеющие теоретическую подготовку, прошедшие инструктаж по технике безопасности и зарегистрированные в журнале инструктажа.

При выполнении лабораторных работ запрещается включать силовое оборудование без разрешения преподавателя или лаборанта.

В лаборатории студент выполняет экспериментальную часть работы и черновые (необходимые) расчеты, после чего протокол наблюдений и черновик расчетов представляет преподавателю. Расчеты необходимо выполнять в системе СИ.

Отчет о выполненной работе должен быть оформлен индивидуально каждым студентом и должен содержать название и цель работы, краткую методику постановки и проведения опыта, принципиальную схему установки, протокол экспериментальных и расчетных данных в виде таблицы, расчеты, графики и выводы.

### **Методические рекомендации по подготовке к экзамену**

Подготовка к экзамену осуществляется на основе лекционного материала, материала лабораторных занятий с обязательным обращением к основным учебникам курса. Это исключает ошибки в понимании материала, облегчает его осмысление, а также прокомментирует материал примерами и иллюстрациями, которые в лекциях не приводились. Обязательным условием допуска к экзамену является выполнение и защита лабораторных работ и наличие содержательного конспекта лекций.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Теплотехника» предполагает использование мультимедийных учебных аудиторий вместимостью более 30 человек, оснащенных современными техническими средствами и доступом в сеть Интернет. Лабораторные работы проводятся в лаборатории термодинамики и теплообмена, оснащенной лабораторными установками и экспериментальным стендом для проведения лабораторных работ методами имитационного моделирования процессов. Для самостоятельной работы студентам доступны компьютерные классы и читальные залы научной библиотеки ДВФУ.

Наименование оборудованных помещений	Перечень основного оборудования
Лаборатория термодинамики и теплообмена Аудитория Е559 б	Стенды для выполнения лабораторных работ
Компьютерный класс Аудитория Е 559 г	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit) +Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty
Компьютерный класс Аудитория Е 559 а	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit) +Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usbkbd/mse, Win7Pro (64-bit) +Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками
Мультимедийная аудитории Е-933, Е-934, Е-433	проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное ElproLargeElectrolProjecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема

	аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)
--	---



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
по дисциплине «Теплотехника»  
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
профиль «Пищевая биотехнология»  
Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2018**

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение, час	Форма контроля
1	1-10 неделя семестра	проработать конспект лекций и учебную литературу по разделу 1 Техническая термодинамика	9	УО-1
		ответить на вопросы для самопроверки	3	УО-1
		подготовиться к защите лабораторных работ №1,2,3,4	10	ПР-6
2	11-18 неделя семестра	проработать конспект лекций и учебную литературу по разделу 2 Теория теплообмена	9	УО-1
		ответить на вопросы для самопроверки	3	УО-1
		подготовиться к защите лабораторных работ №5,6,7,8,9	11	ПР-6

Организация самостоятельной работы производится в соответствии с графиком учебного процесса и план-графиком выполнения самостоятельной работы. Самостоятельная работа студентов по курсу «Теплотехника» предназначена для внеаудиторной работы и необходима для закрепления и углубления знаний, полученных на аудиторных занятиях, изучению дополнительных разделов дисциплины, закреплению практических навыков дисциплины, а также для развития у студентов творческих навыков, инициативы, умения организовать свое время.

Самостоятельная работа включает проработку теоретического курса, оценку собственных знаний при помощи вопросов для собеседования (Приложение 2).

#### Критерии оценки (письменный ответ)

✓ 100-86 баллов - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего материала по проверяемому разделу курса и конкретного вопроса. Студент демонстрирует свободное владение научным языком и терминологией соответствующего раздела

дисциплины, знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой, убедительно излагает ответ.

✓ 85-76 - баллов - знание основного содержания проверяемого раздела курса, умение анализировать основные проблемы в рамках раздела дисциплины; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 - балл – поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания раздела лекционного курса; затруднения с использованием терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о предмете курса в рамках учебно-программного материала; отсутствие логической связи в ответе.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА БИОМЕДИЦИНЫ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Теплотехника»**  
**Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология**  
**профиль «Пищевая биотехнология»**  
**Форма подготовки очная**

**Владивосток**  
**2018**

**Паспорт ФОС**  
по дисциплине «Теплотехника»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
	ПК-14 Готовность использовать современные системы автоматизированного проектирования	Знает
Умеет		Обобщать данные и использовать практические знания для исследования, разработки и реализации технологий в профессиональной деятельности с применением современных систем автоматизированного проектирования.
Владеет		Навыками использования специализированного программного обеспечения для расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах при осуществлении технологических процессов в профессиональной деятельности.
ПК-19 Готовность участвовать в разработке проектной и рабочей технической документации	Знает	Методы проведения измерений и наблюдений процессов тепло- и массопереноса в биотехнологических / технологических процессах, составление описания проводимых исследований
	Умеет	Подготавливать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций
	Владеет	Навыками составления отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
1	Теория теплообмена	ПК-14	Методы решения задач при моделировании процессов тепло- и массопереноса в биотехнологических / технологических процессах.	УО-1 (вопросы для текущей проверки к разделу 2) ПР-6 (лабораторные работы № 5,6,7,8,9)	УО-1 Вопросы к экзамену
			Обобщать данные и использовать практические знания для исследования, разработки и реализации технологий в профессиональной деятельности с применением современных систем автоматизированного проектирования.		
			Навыками использования		

			специализированного программного обеспечения для расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах при осуществлении технологических процессов в профессиональной деятельности.		
2	Техническая термодинамика	ПК-19	<p>Знает методы проведения измерений и наблюдений процессов и решения стоящих задач с использованием методов термодинамики и теории теплообмена.</p> <p>готовностью участвовать в разработке проектной и рабочей технической документации</p> <p>Умеет анализировать и обобщать частные задачи в общие законы.</p> <p>Владеет методами оптимизации решения теплотехнических и технологических задач.</p>	УО-1 (вопросы для текущей проверки к разделу 1) ПР-6 (лабораторные работы № 1,2,3,4)	УО-1 Вопросы к экзамену

### **Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Теплотехника»**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ПК-14 готовностью использовать современные системы автоматизированного проектирования	знает (пороговый уровень)	методы решения задач при моделировании процессов тепло- и массопереноса в биотехнологических / технологических процессах.	знает методы решения задач при моделировании процессов тепло- и массопереноса в биотехнологических / технологических процессах	способность анализировать методы решения задач при моделировании процессов тепло- и массопереноса в биотехнологических / технологических процессах	45-64
	умеет (продвинутый)	обобщать данные и использовать практические знания для исследования, разработки и реализации технологий в профессиональной деятельности с применением современных систем автоматизированного проектирования.	умеет обобщать данные и использовать практические знания для исследования, разработки и реализации технологий в профессиональной деятельности с применением современных систем автоматизированного	способность обобщать данные и использовать практические знания для исследования, разработки и реализации технологий в профессиональной деятельности с применением современных систем автоматизированного	65-84

			проектирования	проектирования	
	владеет (высокий)	навыками использования специализированного программного обеспечения для расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах при осуществлении технологических процессов в профессиональной деятельности.	владеет навыками использования специализированного программного обеспечения для расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах при осуществлении технологических процессов в профессиональной деятельности.	способность использовать специализированное программное обеспечение для расчета, моделирования и оптимизации процессов теплообмена в теплообменных аппаратах при осуществлении технологических процессов в профессиональной деятельности.	85-100
ПК-19 Готовность участвовать в разработке проектной и рабочей технической документации	знает (пороговый уровень)	методы проведения измерений и наблюдений процессов тепло- и массопереноса в биотехнологических / технологических процессах, составление описания проводимых исследований	знает методы проведения измерений и наблюдений процессов тепло- и массопереноса в биотехнологических / технологических процессах, составление описания проводимых исследований	способность анализировать методы проведения измерений и наблюдений процессов тепло- и массопереноса в биотехнологических / технологических процессах, составление описания проводимых исследований	45-64
	умеет (продвинутый)	подготавливать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций	умеет подготавливать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций	способность подготавливать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций	65-84
	владеет (высокий)	навыками составления отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов исследований и разработок	владеет навыками составления отчета по выполненному заданию, участие во внедрении результатов	способность использовать навыки составления отчета по выполненному заданию, участие во внедрении	85-100

			исследований и разработок	результатов исследований и разработок	
--	--	--	---------------------------	---------------------------------------	--

## Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация включает ответ студента на вопросы к зачету, экзамену и прохождению итогового теста.

### Вопросы к экзамену

1. Термодинамическое рабочее тело.
2. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
3. Вычисление энтропии.
4. Параметры состояния термодинамического рабочего тела (давление).
5. Связь между теплоемкостями  $C_p$  и  $C_v$ .
6. Параметры состояния термодинамического рабочего тела (температура).
7. Параметры состояния термодинамического рабочего тела (удельный объем)
8. Энтальпия- функция состояния.
9. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная
10. Изохорный процесс.
11. Изобарный процесс.
12. Изотермический процесс.
13. Адиабатный процесс.
14. Политропный процесс.
15. Смеси газов, заданные объемным составом.
16. Вычисление теплоемкости в политропном процессе.
17. Круговые процессы или циклы.
18. Реальные газы.
19. Прямой цикл.
20. Истинная или мгновенная теплоемкость. Изменение теплоемкости от 0 до бесконечности.
21. Теплоемкость в изохорных и изобарных процессах.
22. Определение энтропии в изохорном процессе.
23. Вычисление теплоемкости.
24. Определение энтропии в изобарном процессе.
25. Вычисление теплоты.
26. Определение энтропии в изотермическом процессе.
27. Вычисление теплоты и теплоемкости для смеси газов.
28. Свойства влажного воздуха.

29. Работа.
30. Определение энтальпии влажного воздуха
31. Внутренняя энергия.
32. Энтропия – функция состояния.
33. Вычисление внутренней энергии.
34. Изменение тепловлажностного состояния влажного воздуха.
35. Процесс нагрева и охлаждения воздуха в I-d диаграмме.
36. Прямой цикл Карно и его анализ.
37. Обратный цикл Карно и его анализ.
38. Формулировки и содержание второго начала термодинамики.
39. Аналитическое выражение второго начала термодинамики.
40. Вычисление энтропии идеального газа.
41. Понятие об обратимых и необратимых процессах.
42. Первое и второе начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов.
43. Энтропия замкнутой термодинамической системы.
44. Статистическое выражение второго начала.
45. Границы применимости первого и второго начала термодинамики.
46. Диаграмма T-S и ее свойства.
47. Процессы в координатах T-S.
48. Цикл Карно в координатах T-S.
49. Какова физическая сущность передачи теплоты при теплопроводности?
50. С помощью чего осуществляется теплообмен при конвекции?
51. С помощью чего осуществляется лучистый теплообмен?
52. Что такое температурное поле?
53. Что такое температурный градиент?
54. Как записывается уравнение Фурье?
55. Что такое тепловой поток и плотность теплового потока?
56. Как определяется температурный напор?
57. Что такое коэффициент теплопроводности, в каких единицах он измеряется?
58. Что такое условия однозначности, как они подразделяются?
59. По какому закону изменяется температура в однослойной плоской стенке?
60. От каких величин зависит тепловой поток, передаваемый теплопроводностью через однослойную плоскую стенку?
61. Объясните понятие «термическое сопротивление стенки».
62. От каких величин зависит теплопроводность однослойной цилиндрической стенки?
63. Что такое сложный теплообмен?
64. Что называется теплопередачей? Приведите примеры теплопередачи.
65. Выведите основное уравнение теплопередачи для однослойной плоской стенки.

66. Что называется коэффициентом теплопередачи?
67. Что называется полным термическим сопротивлением, и из каких величин оно складывается?
68. Передача теплоты через многослойную плоскую стенку и коэффициент теплопередачи для нее.
69. Передача теплоты через однослойную цилиндрическую стенку: вывод уравнения.
70. Тепловой поток и коэффициент теплопередачи через многослойную цилиндрическую стенку.
71. Что называется критическим диаметром изоляции, и как он определяется?
72. Какие требуются условия, чтобы изоляция уменьшала потери теплоты?
73. Какое существует общее правило для интенсификации теплопередачи?
74. Объясните общие закономерности нестационарных процессов.
75. Что называется конвективным теплообменом?
76. Что такое теплоноситель? Какие теплоносители используются в технике для процессов теплообмена?
77. Какие физические свойства теплоносителей влияют на теплообмен?
78. Что называют теплоотдачей?
79. Каков физический смысл и единицы измерения коэффициента теплоотдачи?
80. Запишите уравнение Ньютона-Рихмана и объясните все входящие в него величины.
81. Что такое теория подобия и для чего она предназначена?
82. Как с помощью критериального уравнения конвективного теплообмена определить коэффициент теплоотдачи?
83. Каковы основные особенности лучистого теплообмена?
84. Какие тела называются абсолютно черным, абсолютно белым и абсолютно прозрачным?
85. Как определяется поверхностная плотность потока интегрального излучения?
86. В чем сущность законов Планка и Вина?
87. Каково практическое применение закона Вина?
88. В чем сущность закона Стефана – Больцмана?
89. В чем сущность закона Кирхгофа?
90. Закон Ламберта. Для каких тел он применим?
91. Что такое массообмен? В каких технологических процессах и установках он встречается (привести примеры)?
92. Что такое диффузия? Какие виды диффузии Вам известны?
93. Чем обусловлены процессы термо- и бародиффузии?
94. Какие устройства называются теплообменными аппаратами?
95. Как классифицируются теплообменные аппараты?
96. По каким схемам осуществляется движение теплоносителей в

теплообменных аппаратах.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Теплотехника»:**

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86	«зачтено»/ «отлично»	<p>Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, знает основы технической термодинамики, понятия и законы процессов теплопроводности, конвективного теплообмена в однофазной среде, теплообмена при фазовых превращениях, лучистого теплообмена, молекулярной диффузии и конвективного теплообмена, необходимые в области экспериментального и расчетно-теоретического исследования процессов тепло- и массообмена в различных аппаратах и устройствах, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, рассчитывать процессы тепло- и массопереноса по формулам, приводимым в соответствующей учебной и справочной литературе, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Владеет навыками экспериментального исследования процессов тепло- и массопереноса, протекающих в конкретных технических системах. Отлично владеет теоретическими знаниями и умеет их использовать на практике, основываясь при этом не только на лекционный материал, а ставя в основу информацию и навыки, приобретенные при самостоятельной работе.</p>
85-76	«зачтено»/ «хорошо»	<p>Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно</p>

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная )	Требования к сформированным компетенциям
		применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения. Достаточно уверенно оперирует специальными техническими терминами. Хорошо владеет теоретическими знаниями.
75-61	«зачтено»/ «удовлетвор ительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ. Допускает при ответе ошибки и неточности не являющиеся критическими. Частично уверенно оперирует специальными техническими терминами. Удовлетворительно владеет теоретическими знаниями.
60-50	«не зачтено»/ «неудовлетв орительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Допускает при ответе грубые ошибки, или не может логически выстроить ответ. Не умеет оперировать специальными техническими терминами. Показывает не знание большей части теоретического материала.