

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Инженерный институт



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

ДЕПАРТАМЕНТ  
ОБРАЗОВАНИЯ  
(ДО КФУ)

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

*подписано электронно-цифровой подписью*

## Программа дисциплины

Методы расчета теплообменных процессов Б1.В.ДВ.7

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Ткаченко Л.А.

**Рецензент(ы):** Ларионов В.М.

### СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Кашапов Н. Ф.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Ткаченко Л.А. (кафедра технической физики и энергетики, Инженерный институт), luda\_tkachenko@inbox.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	способностью использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ОПК-3	способностью к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовностью учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности
ПК-9	способностью использовать технические средства для определения основных параметров технологического процесса, изучения свойств физико-технических объектов, изделий и материалов

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- основные закономерности и сущность физических явлений в теплообменных процессах;
- методы теоретического расчета процессов теплообмена в элементах теплоэнергетических устройств;
- роль эксперимента в технической физике, принципы его реализации и контроля качества объектов исследования; сведения об основных типах измерительных приборов и комплексов;
- метрологическое обеспечение технической физики, основные принципы измерения, методы обработки результатов и оценки погрешностей.

Должен уметь:

- применять методы математической и теоретической физики для проведения тепловых и гидравлических расчетов в сложных системах теплообмена;
- выполнять измерения и экспериментальные исследования различных объектов технической физики;
- выполнять расчет основных параметров конкретных энергетических установок;
- планировать необходимый эксперимент и использовать информационные технологии для обработки и оценки погрешностей полученных данных.

Должен владеть:

- методами исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ теплообменных процессов в энергетических установках;
- методами выполнения физико-технических расчетов и определения экономической эффективности исследований и разработок;
- стандартными пакетами программ компьютерной графики и моделирования;
- навыками монтажа, наладки и технической эксплуатации аналитического и технологического оборудования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- способность разрабатывать и оптимизировать современные наукоемкие технологии в различных областях технической физики и энергетики с учетом экономических и экологических требований;
- готовность и способность применять физические и технические методы теоретического и экспериментального исследования, методы математического анализа и моделирования для постановки задач по развитию, внедрению и коммерциализации новых наукоемких технологий в области технической физики и энергетики.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.7 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 7 семестре.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных(ые) единиц(ы) на 180 часа(ов).

Контактная работа - 86 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 50 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 67 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 27 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 7 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Объекты исследования и задачи дисциплины	7	1	0	0	1
2.	Тема 2. Теплоотдача при конденсации пара на твердых поверхностях	7	6	8	0	10
3.	Тема 3. Теплоотдача при кипении однородных жидкостей	7	4	8	0	12
4.	Тема 4. Критические плотности теплового потока, вызывающие изменения режима кипения	7	4	8	0	12
5.	Тема 5. Теплообмен в пакетах и засыпках	7	3	8	0	10
6.	Тема 6. Защита конструкций от высокой температуры	7	8	8	0	10
7.	Тема 7. Основы теплового и гидравлического расчета теплообменных аппаратов	7	10	10	0	12
	Итого		36	50	0	67

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Объекты исследования и задачи дисциплины

Объекты исследования и задачи дисциплины. Основные понятия и терминология. Значимость теплообмена в природе и технике. Возникновение теплового потока. Распространение тепла. Сложный теплообмен. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи. Кипение. Конденсация. Пакеты и засыпки. Тепловые завесы различного типа.

##### Тема 2. Теплоотдача при конденсации пара на твердых поверхностях

Пленочная конденсация. Основные уравнения, описывающие перенос при пленочной конденсации чистого насыщенного пара. Ламинарное течение пленки на вертикальной поверхности и теплообмен при медленном движении пара. Турбулентное течение пленки на вертикальной поверхности при медленном движении пара. Смешанное течение пленки.

##### Тема 3. Теплоотдача при кипении однородных жидкостей

Два основных режима кипения. Пузырьковое и пленочное кипение. Характер движения парожидкостной смеси в трубах. Теплоотдача при пузырьковом кипении. Теплоотдача при пленочном кипении. Влияние давления, молекулярной массы и вязкости на теплообмен. Влияние скорости течения жидкости на теплоотдачу при пленочном кипении.

##### Тема 4. Критические плотности теплового потока, вызывающие изменения режима кипения

Гидродинамическая природа кризисов в механизме кипения. Первый кризис кипения. Переход от пленочного кипения к пузырьковому (второй кризис кипения). Влияние размеров нагревателя на критический тепловой поток при кипении в условиях свободной конвекции. Зависимость критического теплового потока от паросодержания при кипении.

### Тема 5. Теплообмен в пакетах и засыпках

Поперечное обтекание пакета цилиндров. Продольное обтекание цилиндров. Схемы расположения труб в пучке. Распределение теплоотдачи по окружности труб в коридорном пучке. Теплоотдача пучка труб из разного материала. Теплоотдача в кипящих слоях. Зависимость теплоотдачи от скорости для пучков различной геометрической конфигурации.

### Тема 6. Защита конструкций от высокой температуры

Типы завес. Схемы тепловой защиты адиабатических пластин. Пограничный слой в тепловой завесе на адиабатической поверхности. Адиабатическая пластина с предвключенным участком теплообмена. Адиабатическая пластина с газовой пластиной. Неадиабатическая пластина с газовой завесой. Коэффициент теплообмена в полуграниченной струе.

### Тема 7. Основы теплового и гидравлического расчета теплообменных аппаратов

Классификация теплообменных аппаратов. Уравнение теплового баланса. Уравнение теплопередачи. Средняя разность температур и методы вычисления. Расчет конечных температур рабочих жидкостей. Прямоточная схема движения теплоносителей. Противоточная схема движения теплоносителей. Методы определения температур поверхности теплообмена. Задачи гидромеханического расчета теплообменных аппаратов. Гидравлическое сопротивление элементов.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 7</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Письменная работа	ОПК-3 , ОПК-1 , ПК-9	1. Объекты исследования и задачи дисциплины 2. Теплоотдача при конденсации пара на твердых поверхностях 3. Теплоотдача при кипении однородных жидкостей 4. Критические плотности теплового потока, вызывающие изменения режима кипения 5. Теплообмен в пакетах и засыпках 7. Основы теплового и гидравлического расчета теплообменных аппаратов
2	Реферат	ОПК-1 , ОПК-3 , ПК-9	1. Объекты исследования и задачи дисциплины 2. Теплоотдача при конденсации пара на твердых поверхностях 3. Теплоотдача при кипении однородных жидкостей 4. Критические плотности теплового потока, вызывающие изменения режима кипения 5. Теплообмен в пакетах и засыпках 6. Защита конструкций от высокой температуры 7. Основы теплового и гидравлического расчета теплообменных аппаратов
3	Устный опрос	ОПК-1 , ОПК-3 , ПК-9	5. Теплообмен в пакетах и засыпках 7. Основы теплового и гидравлического расчета теплообменных аппаратов
	<b>Экзамен</b>	ОПК-1, ОПК-3, ПК-9	

## 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
Реферат	Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.	Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.	Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Использованные источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Использованные источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	3
<b>Экзамен</b>	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 7**

**Текущий контроль**

**1. Письменная работа**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 7

Теплообменные процессы.

Капельная конденсация. Теплообмен при капельной конденсации. Средний коэффициент теплоотдачи при смешанном течении пленки конденсата на вертикальной стенке.

Частота и скорость роста паровых пузырей. Температурное поле.

Критический тепловой поток в области умеренных скоростей течения. Кризис кипения в бинарных смесях.

Пакеты шаров. Теплообмен в пакетах шаров.

Трение и теплообмен при взаимодействии затопленной струи с твердой стенкой.

Расчет теплообменных аппаратов на вибрационном горении. Расчет мощности, необходимой для перемещения жидкости в теплообменном аппарате.

**2. Реферат**

Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Обтекание пакета цилиндров.

Обтекание пакета шаров.

Неоднородности и неустойчивости в слое частиц.

Расчет сопротивления коридорных пучков.

Прямоточная схема движения теплоносителей.

Противоточная схема движения теплоносителей.

Тепловой расчет регенеративных теплообменных аппаратов.

Тепловой расчет рекуперативных теплообменных аппаратов.

Тепловой расчет смешительных теплообменных аппаратов.

Расчет мощности необходимой для перемещения жидкости (теплоносителя).

### 3. Устный опрос

Темы 5, 7

Теплообменные процессы.

Капельная конденсация. Теплообмен при капельной конденсации. Средний коэффициент теплоотдачи при смешанном течении пленки конденсата на вертикальной стенке.

Частота и скорость роста паровых пузырей. Температурное поле.

Критический тепловой поток в области умеренных скоростей течения. Кризис кипения в бинарных смесях.

Пакеты шаров. Теплообмен в пакетах шаров.

Трение и теплообмен при взаимодействии затопленной струи с твердой стенкой.

Расчет теплообменных аппаратов на вибрационном горении. Расчет мощности, необходимой для перемещения жидкости в теплообменном аппарате.

### Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Основные уравнения теплообмена при пленочной конденсации чистого насыщенного пара.
2. Ламинарное течение пленки на вертикальной поверхности при медленном движении пара.
3. Теплоотдача при ламинарном течении пленки на вертикальной поверхности при медленном движении пара.
4. Турбулентное течение пленки на вертикальной поверхности и теплоотдача при медленном движении пара.
5. Влияние скорости течения чистого пара на теплоотдачу при конденсации в ламинарном режиме.
6. Влияние скорости течения чистого пара на теплоотдачу при конденсации в турбулентном режиме.
7. Расчет среднего коэффициента теплоотдачи при смешанном течении пленки конденсата.
8. Теплоотдача при конденсации пара внутри трубы.
9. Адиабатическая пластина с предвключенным участком теплообмена.
10. Адиабатическая пластина с предвключенным пористым участком.
11. Адиабатическая пластина с газовой завесой.
12. Теплообмен при поперечном обтекании пакетов цилиндров.
13. Теплообмен при продольном обтекании пакетов цилиндров.
14. Кипящий слой.
15. Характер движения парожидкостной смеси в трубах.
16. Теплопередача при пузырьковом кипении.
17. Пузырьковое кипение при вынужденной конвекции.
18. Первый кризис кипения.
19. Влияние размера и состояния поверхности нагрева на величину .
20. Второй кризис кипения.
21. Критический тепловой поток в области умеренных скоростей течения.
22. Гидравлическое сопротивление элементов теплообменного аппарата.
23. Расчет сопротивления шахматных пучков.
24. Расчет сопротивления коридорных пучков.
25. Гидродинамическая природа кризисов в механизме кипения.
26. Трение и теплообмен при взаимодействии затопленной струи с твердой стенкой.
27. Расчет конечных температур рабочих жидкостей при прямоточной схеме движения теплоносителей.
28. Расчет конечных температур рабочих жидкостей при противоточной схеме движения теплоносителей.
29. Пограничный слой в тепловой завесе на адиабатической пластине.
30. Расчет мощности, необходимой для перемещения жидкости в теплообменном аппарате.
31. Средняя разность температур и методы вычисления.
32. Тепловой расчет регенеративных теплообменных аппаратов.
33. Расчет теплообменных аппаратов на вибрационном горении.
34. Уравнение теплового баланса.
35. Уравнение теплопередачи.
36. Расчет теплообменных аппаратов на вибрационном горении.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	1	20
Реферат	Обучающиеся самостоятельно пишут работу на заданную тему и сдают преподавателю в письменном виде. В работе производится обзор материала в определённой тематической области либо предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, изложение материала, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения. В случае публичной защиты реферата оцениваются также ораторские способности.	2	10
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	3	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

#### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

##### 7.1 Основная литература:

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, 2018. 352 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100922>. ? Загл. с экрана.

Дерюгин, В.В. Тепломассообмен [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Дерюгин, В.Ф. Васильев, В.М. Уляшева. Электрон. дан. Санкт-Петербург : Лань, 2018. 240 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107285>. Загл. с экрана.

##### 7.2. Дополнительная литература:

Математическое моделирование гидродинамики и теплообмена в движущихся жидкостях [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Кудинов [и др.] ; под ред. Э.М. Карташова. Электрон. дан. Санкт-Петербург : Лань, 2015. 208 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56168>. Загл. с экрана.

Золотонос, Я.Д. Трубчатые теплообменники. Моделирование, расчет [Электронный ресурс] : монография / Я.Д. Золотонос, А.Г. Багоутдинова, А.Я. Золотонос. Электрон. дан. Санкт-Петербург : Лань, 2018. 272с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/112678>. Загл. с экрана.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Галицейский Б.М., Рыжов Ю.А., Якуш Е.В. Тепловые и гидродинамические процессы в колеблющихся потоках. М.: Машиностроение, 1977 - <http://eqworld.ipmnet.ru>

Деев В.И., Корсун А.С., Корсун В.А. и др. Экспериментальные методы изучения процессов теплопередачи (пособие к лабораторному практикуму по курсу - <http://biblioclub.ru>

Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. М.: Атомиздат, 1979. 416 с. - <http://eqworld.ipmnet.ru>

Нелинейные колебания газа в трубах: учебное пособие - [http://kpfu.ru/publication?p\\_id=7569](http://kpfu.ru/publication?p_id=7569)

Петрухин В. В. , Петрухин С. В. Основы вибродиагностики и средства измерения вибрации: учебное пособие. М.: Инфра-Инженерия, 2010. 176 с. - <http://biblioclub.ru>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Посещение и активная работа студента на лекции позволяет сформировать базовые теоретические понятия по дисциплине, овладеть общей логикой построения дисциплины, усвоить закономерности и тенденции, которые раскрываются в данной дисциплине. По мере прохождения курса и изучения дисциплины студентам задаются контрольные вопросы.
практические занятия	На практических (семинарских) занятиях предлагаются короткие дискуссии и обсуждение отдельных тем курса, выполняется решение задач. Посещение и работа студента на практическом занятии позволяет в процессе решения практических задач и коллективного обсуждения результатов их решения глубже усвоить теоретические положения.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа состоит из работы над темами для самостоятельного изучения, подготовки к практическим занятиям, выполнения домашних контрольных работ и подготовки к зачету. Темы для самостоятельного изучения имеются в каждом разделе и предусматриваются подготовку доклада по изученному вопросу.
устный опрос	При устном опросе обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.
письменная работа	По мере прохождения курса выполняются аудиторные и домашние контрольные работы по всем изучаемым темам. Контрольные работы проводятся после завершения каждой темы. Студент должен правильно выполнять задания, демонстрировать достаточный уровень владения материалом, уметь применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.
реферат	Реферат предусматривает углубленное изучение дисциплины, способствует развитию навыков самостоятельной работы с литературными источниками. Реферат - краткое изложение в письменном виде содержания научного труда по предоставленной теме. Это самостоятельная научно-исследовательская работа, где студент раскрывает суть исследуемой проблемы с элементами анализа по теме реферата. Приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на проблемы темы реферата. Содержание реферата должно быть логичным, изложение материала носить проблемно-тематический характер.
экзамен	По завершению курса форма контроля - экзамен. Перед экзаменом - плановая консультация по всему курсу. К экзамену допускаются студенты, выполнившие аудиторные и домашние контрольные работы. Аттестация и экзамен ставится по итогам занятий - регулярности посещения занятий, участия в дискуссиях, выполнению аудиторных и домашних заданий. На экзамене студенту предлагается ответить на два вопроса по изучаемому курсу. При необходимости преподаватель может задавать дополнительные вопросы по его усмотрению.

## 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Методы расчета теплообменных процессов" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Методы расчета теплообменных процессов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

#### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки не предусмотрено .