

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

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Теория тепломассообмена Б1.В.ОД.6

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
ОПК-4	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-10	способностью применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для расчета технологических параметров

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- основные особенности научного метода познания;
- основные логические методы и приемы научного исследования;
- методологические теории и принципы современной технической физики;
- историю развития и современные проблемы технической физики, их философско-этический контекст, связь с другими разделами естествознания;
- стратегию научного поиска;
- методы организации научно-исследовательской работы;
- основные понятия, закономерности и методы тепломассообмена.

Должен уметь:

- осуществлять методологическое обоснование научного исследования;
- взаимодействовать со специалистами в других предметных областях;
- осуществлять поиск научно-технической и образовательной информации;
- самостоятельно выбрать адекватную модель тепломассообмена в изучаемых потоках, составить алгоритм расчета, составить программу (в необходимых случаях - воспользоваться известными пакетами прикладных программ) и произвести необходимые вычисления на компьютере.

Должен владеть:

- методологией научных исследований;
- навыками логико-методологического анализа;
- интерпретацией результатов научного исследования;
- методами управления знаниями;
- методами научного поиска, методами автоматизации физического эксперимента.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- 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.ОД.6 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (не предусмотрено)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 6 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 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 152 часа(ов), в том числе лекции - 54 часа(ов), практические занятия - 18 часа(ов), лабораторные работы - 80 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 109 часа(ов).

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

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет и экзамен в 6 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. Предмет теории теплообмена	6	2	0	0	0
2.	Тема 2. Постановка задач исследования гидродинамики и теплообмена	6	6	0	0	10
3.	Тема 3. Установившийся тепловой поток в твердых телах	6	8	0	16	16
4.	Тема 4. Условия подобия процессов переноса	6	8	0	14	16
5.	Тема 5. Неустановившийся тепловой поток в твердых телах	6	10	6	14	20
6.	Тема 6. Основные положения конвективного теплообмена	6	10	6	18	18
7.	Тема 7. Гидродинамика в турбулентных потоках	6	5	3	8	15
8.	Тема 8. Теплообмен в турбулентных потоках	6	5	3	10	14
	Итого		54	18	80	109

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Предмет теории теплообмена

Историческая справка. Объекты исследования и задачи дисциплины. Обмен энергией движения структурных частиц (молекул, атомов, свободных электронов). Тепловой поток. Способы переноса тепла: теплопроводность, конвекция и излучение. Сложный тепло- и массообмен. Методы теории теплопередачи. Непрерывные среды.

Тема 2. Постановка задач исследования гидродинамики и теплообмена

Поле температур и тепловых потоков. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи. Гипотеза Фурье. Уравнение распространения тепла. Частные случаи уравнения теплопроводности. Интенсивность изменения температуры. Температурный градиент. Гипотеза о прямой пропорциональности вектора теплового потока градиенту температур.

Тема 3. Установившийся тепловой поток в твердых телах

Теплопроводность через стенки различной формы. Дифференциальное уравнение стационарной теплопроводности. Теплопроводность через плоскую стенку. Теплопроводность через цилиндрическую стенку. Теплопроводность через шаровую стенку. Теплопроводность вдоль стержня постоянного поперечного сечения. Частные случаи.

Тема 4. Условия подобия процессов переноса

Критерии подобия. Условия однозначности. Понятия о подобии физических явлений. Критерии подобия как обобщенные безразмерные переменные. Физический смысл некоторых критериев подобия. Число Пекле. Число Фруда. Число Эйлера. Число Рейнольдса. Число Фурье. Критерий гидродинамической гомохронности. Число Прандтля. Число Нуссельта. Число Био.

Тема 5. Неустановившийся тепловой поток в твердых телах

Методы расчета неустановившегося теплового потока в твердых телах. Уравнение нестационарного температурного поля. Температурные волны. Регулярный режим охлаждения тел. Решение в виде произведения двух функций. Нагревание (охлаждение) плоской пластины. Нагревание (охлаждение) цилиндра. Нагревание (охлаждение) шара.

Тема 6. Основные положения конвективного теплообмена

Связь между теплоотдачей и трением. Аналогия Рейнольдса. Пограничный слой. Обтекание тела потоком жидкости. Характер внешнего обтекания. Коэффициенты молекулярной и турбулентной вязкости и теплопроводности. Пограничный слой на плоской пластине. Распределение продольной и поперечной скорости и температуры в пограничном слое.

Тема 7. Гидродинамика в турбулентных потоках

Турбулентность. Уравнения осредненного турбулентного течения жидкости. Турбулентное трение и турбулентная теплопроводность в плоском потоке жидкости. Полуэмпирические выражения турбулентного обмена в плоском несжимаемом потоке вблизи стенки. Распределение скоростей в плоском несжимаемом потоке вблизи стенки. Распределение скоростей и гидродинамическое сопротивление при турбулентном течении в трубах.

Тема 8. Теплообмен в турбулентных потоках

Уравнение распространения тепла при турбулентном течении в трубах. Уравнение теплопереноса в турбулентном потоке. Связь между коэффициентами турбулентной теплопроводности и вязкости. Связь между коэффициентами теплоотдачи и трения. Решение при линейном изменении температуры стенки. Теплоотдачи к турбулентному потоку при $Pr > 1$.

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".

Задачи по тепломассопереносу - http://kpfu.ru/publication?p_id=7575

Нелинейные колебания газа в трубах: учебное пособие - http://kpfu.ru/publication?p_id=7569

Теория теплообмена: Учебное пособие - https://kpfu.ru/staff_files/F_1504197207/Teoriya_teploobmena.pdf

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
Семестр 6			
	Текущий контроль		
1	Письменная работа	ОПК-1 , ОПК-3 , ОПК-4 , ПК-10	2. Постановка задач исследования гидродинамики и теплообмена 3. Установившийся тепловой поток в твердых телах 4. Условия подобия процессов переноса 5. Неустановившийся тепловой поток в твердых телах 6. Основные положения конвективного теплообмена 7. Гидродинамика в турбулентных потоках 8. Теплообмен в турбулентных потоках
2	Реферат	ОПК-1 , ОПК-3 , ОПК-4 , ПК-10	3. Установившийся тепловой поток в твердых телах 5. Неустановившийся тепловой поток в твердых телах 6. Основные положения конвективного теплообмена 7. Гидродинамика в турбулентных потоках
3	Устный опрос	ОПК-1 , ОПК-3 , ОПК-4 , ПК-10	1. Предмет теории теплообмена 2. Постановка задач исследования гидродинамики и теплообмена 4. Условия подобия процессов переноса 8. Теплообмен в турбулентных потоках
	Зачет и экзамен	ОПК-1, ОПК-3, ОПК-4, ПК-10	

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.	
Семестр 6					
Текущий контроль					
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. Проявлен хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Проявлен удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Проявлен неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
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. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Используются источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.	2
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
	Зачтено		Не зачтено		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		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.		

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Экзамен	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 6

Текущий контроль

1. Письменная работа

Темы 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Уравнение распространения тепла в вещественной среде.

Граничные условия к уравнениям гидродинамики.

Краевые условия к уравнению теплопроводности.

Связь между полем температур и полем скоростей в движущейся среде.

Уравнение неразрывности потока жидкости.

Уравнение движения вязкой жидкости.

Критерии подобия как обобщенные безразмерные переменные.

Дифференциальное уравнение стационарной теплопроводности.

Уравнение нестационарного температурного поля.

Пограничный слой.

Уравнения осредненного турбулентного течения жидкости.

Уравнение распространения тепла турбулентного течения жидкости.

2. Реферат

Темы 3, 5, 6, 7

Теплопроводность через плоскую стенку.

Теплопроводность через цилиндрическую стенку.

Теплопроводность через шаровую стенку.

Теплопроводность вдоль стержня постоянного поперечного сечения.

Нагревание (охлаждение) плоской пластины.

Нагревание (охлаждение) цилиндра.

Нагревание (охлаждение) шара.

Регулярный режим охлаждения.

Температурные волны.

Связь между теплоотдачей и трением (аналогия Рейнольдса).

Турбулентность.

3. Устный опрос

Темы 1, 2, 4, 8

Способы переноса тепла.

Поле температур и поле тепловых потоков.

Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи.

Частные случаи уравнения распространения тепла.

Начальные и граничные условия.

Критерии подобия как обобщенные безразмерные переменные.

Физический смысл некоторых критериев подобия.

Полуэмпирические выражения турбулентного обмена в плоском несжимаемом потоке вблизи стенки.

Распределение скоростей и гидродинамическое сопротивление при турбулентном течении в трубах.

Связь между коэффициентами теплоотдачи и трения в турбулентном потоке.

Зачет и экзамен

Вопросы к зачету и экзамену:

1. Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи. Закон Фурье.
2. Граничные условия к уравнению распространения тепла.
3. Установившийся тепловой поток через плоскую стенку.
4. Установившийся тепловой поток через цилиндрическую стенку.
5. Установившийся тепловой поток через шаровую стенку.
6. Теплопроводность стержня
7. Физический смысл критериев подобия Re , Fo , Pe , Nu , Bi , Pr .
8. Охлаждение и нагревание плоской пластины.
9. Температурные волны.
10. Регулярный режим охлаждения.
11. Аналогия Рейнольдса.
12. Пограничный слой.
13. Характер внешнего обтекания. Явление отрыва.
14. Ламинарный пограничный слой на плоской пластине
15. Температурный пограничный слой на плоской пластине.
16. Течение в области передней критической точки.
17. Теплоотдача в области передней критической точки.
18. Теплоотдача цилиндра.
19. Распределение скоростей и гидравлическое сопротивление при ламинарном течении в трубах.
20. Уравнение осредненного турбулентного движения.
21. Уравнение распространения тепла в турбулентном потоке.
22. Полуэмпирические выражения турбулентного обмена.
23. Распределение скоростей в плоском несжимаемом турбулентном потоке.
24. Связь между коэффициентами турбулентной вязкости и теплопроводности.
25. Распределение скоростей и гидродинамическое сопротивление при течении в трубах.
26. Уравнение турбулентного температурного пограничного слоя в трубе.
27. Связь между коэффициентами трения и теплоотдачи.
28. Интегрирование уравнения турбулентного пограничного слоя при линейном изменении температуры стенки.
29. Теплоотдача к турбулентному потоку в трубе.

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
Семестр 6			
Текущий контроль			
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	25
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	15
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	10
Зачет и экзамен	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий. 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:

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.

Ткаченко Л.А., Репина А.В. Теория теплообмена: Учебное пособие / Л.А. Ткаченко, А.В. Репина. Под общей ред. проф. Н.Ф. Кашапова. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017. - 151 с. https://kpfu.ru/staff_files/F_1504197207/Teoriya_teploobmena.pdf

7.2. Дополнительная литература:

Арутюнов, В.А. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Механика жидкостей и газов. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Арутюнов, В.А. Капитанов, И.А. Левицкий [и др.]. ? Электрон. дан. ? М. : МИСИС, 2007. ? 84 с. ? Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl_id=1813 ? Загл. с экрана.

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

Алгоритмы при моделировании гидродинамических процессов - http://portal.tpu.ru/SHARED/f/FELIC/Metod_material/Tab/Uch_posobie_algor.pdf

Задачи по тепломассопереносу - http://kpfu.ru/publication?p_id=7575

Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. М.: Атомиздат. 1979. - 415 с. - <https://lib-bkm.ru/12226>

Нелинейные колебания газа в трубах: учебное пособие - http://kpfu.ru/publication?p_id=7569

Теория теплообмена: Учебное пособие - https://kpfu.ru/staff_files/F_1504197207/Teoriya_teploobmena.pdf

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. При этом студенту рекомендуется быть достаточно внимательным на лекции, стремиться к пониманию основных положений лекции, а при определенных трудностях и вопросах, своевременно обращаться к лектору за пояснениями, уточнениями.
практические занятия	Посещение и работа студента на практическом занятии позволяет в процессе решения практических задач и коллективного обсуждения результатов их решения глубже усвоить теоретические положения, сформировать отдельные практические умения и навыки, научиться правильно обосновывать методику выполнения расчетов, четко и последовательно проводить расчеты, формулировать выводы и предложения.
лабораторные работы	Главная цель лабораторных занятий - осуществить связь теоретических положений с практической действительностью, экспериментальную проверку теоретических положений. Знакомство с оборудованием и выработка навыков работы с ним, уяснение хода выполнения лабораторной работы является обязательным условием качественного выполнения работы.
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.
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.
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.
зачет и экзамен	Зачет и экзамен нацелены на комплексную проверку освоения дисциплины. Они проводятся 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.

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

Освоение дисциплины "Теория тепломассообмена" 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 "Теория тепломассообмена" 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.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

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 .