

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



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Нестационарный теплообмен Б1.В.ДВ.9

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-2	способностью применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе 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-12	готовностью обосновывать принятие технических решений при разработке технологических процессов и изделий с учетом экономических и экологических требований
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:

сущность гидродинамических и тепловых процессов протекающих в колеблющихся потоках;
методы теоретического расчета течения и теплообмена в колеблющихся потоках;
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 исследования течения и теплообмена в колеблющихся потоках;
выполнять измерения и экспериментальные исследования различных объектов технической физики;
планировать необходимый эксперимент и использовать информационные технологии для обработки и оценки погрешностей полученных данных.

Должен владеть:

методами исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ в области тепломассообмена в колеблющихся потоках;
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:

способностью 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.9 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 16.03.01 "Техническая физика (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 4 курсе в 8 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 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 62 часа(ов), в том числе лекции - 22 часа(ов), практические занятия - 40 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 10 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 8 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. Введение. Историческая справка. Объекты исследования и задачи дисциплины	8	2	0	0	0
2.	Тема 2. Уравнения, описывающие теплообмен	8	6	14	0	2
3.	Тема 3. Сущность методов и алгоритмы решения задач теплообмена	8	6	14	0	2
4.	Тема 4. Гидродинамические расчеты при колебательном движении цилиндра	8	4	6	0	3
5.	Тема 5. Теплообмен при колебательном движении цилиндра	8	4	6	0	3
	Итого		22	40	0	10

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Историческая справка. Объекты исследования и задачи дисциплины

Историческая справка. Объекты исследования и задачи дисциплины. Общие закономерности и методы решения уравнений движения, неразрывности и энергии при колебаниях. Теория внешнего обтекания тел и обзор экспериментальных исследований вторичных течений, возникающих в поле колебаний. Теория теплообмена тел, находящихся в колеблющемся потоке. Сведения о теплообмене при пульсирующем течении в канале.

Тема 2. Уравнения, описывающие теплообмен

Уравнения и переменные, описывающие процессы теплопереноса. Граничные условия. Уравнение сохранения вихрей. Функция тока. Зависимые и независимые параметры. Ламинарный пограничный слой. Две области течения и теплообмена. Задача Стокса. Температурные волны. Вторичные течения. Анализ предельных случаев.

Тема 3. Сущность методов и алгоритмы решения задач теплообмена

Понятие о регулярных и сингулярных возмущениях. Примеры сингулярных задач. Метод сращиваемых асимптотических разложений. Метод последовательных приближений. Метод последовательных приближений при решении уравнения сохранения вихрей. Метод последовательных приближений при решении уравнения динамического пограничного слоя. Метод Линя. Внешнее течение с небольшим периодическим колебанием: вывод основных уравнений и анализ решения.

Тема 4. Гидродинамические расчеты при колебательном движении цилиндра

Уравнение, описывающее колебательное движение цилиндра. Граничное условие вдали от цилиндра. Разложение в ряд по малому параметру. Анализ полученного решения для вторичных течений. Структура потока. Влияние внешней границы, амплитуды колебаний на структуру потока. Инверсия. Получение уравнения двойного пограничного слоя. Влияние вида и состава колебаний на характер вторичных течений. Влияние формы колеблющегося тела.

Тема 5. Теплообмен при колебательном движении цилиндра

Вывод уравнения теплообмена колеблющегося цилиндра. Преобразование его для случая малого параметра нелинейности и получение уравнения, описывающего перенос внешними потоками. Определение условий, при которых перенос осуществляется внешними потоками. Анализ полученных результатов. Определение условий, при которых перенос осуществляется внутренними потоками.

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 теплопереносу - http://kpfu.ru/publication?p_id=7575

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

Теория нестационарного теплопереноса: Учебное пособие - https://kpfu.ru/staff_files/F_591097378/NTMP.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 8			
	<i>Текущий контроль</i>		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Письменная работа	ОПК-3 , ПК-12 , ОПК-1 , ПК-9 , ОПК-2	1. Введение. Историческая справка. Объекты исследования и задачи дисциплины 2. Уравнения, описывающие теплообмен 3. Сущность методов и алгоритмы решения задач теплообмена 4. Гидродинамические расчеты при колебательном движении цилиндра 5. Теплообмен при колебательном движении цилиндра
2	Реферат	ОПК-1 , ОПК-2 , ОПК-3 , ПК-12 , ПК-9	3. Сущность методов и алгоритмы решения задач теплообмена 4. Гидродинамические расчеты при колебательном движении цилиндра 5. Теплообмен при колебательном движении цилиндра
3	Устный опрос	ОПК-1 , ОПК-2 , ОПК-3 , ПК-12 , ПК-9	1. Введение. Историческая справка. Объекты исследования и задачи дисциплины 2. Уравнения, описывающие теплообмен 3. Сущность методов и алгоритмы решения задач теплообмена 4. Гидродинамические расчеты при колебательном движении цилиндра 5. Теплообмен при колебательном движении цилиндра
	Экзамен	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ПК-12, 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.	
Семестр 8					
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
Реферат	Тема раскрыта полностью. Проявлено превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.	Тема в основном раскрыта. Проявлено хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.	Тема раскрыта слабо. Проявлено удовлетворительное владение материалом. Используются источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.	Тема не раскрыта. Проявлено неудовлетворительное владение материалом. Используются 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
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 8

Текущий контроль

1. Письменная работа

Темы 1, 2, 3, 4, 5

Объекты исследования и задачи нестационарного тепломассообмена

Различные формы записи уравнений сохранения вихрей. Развитие потока по мере роста колебательного числа Рейнольдса. Толщина акустического и теплового пограничных слоев. Связь Nt и N . Анализ высокочастотного и низкочастотного приближения при слабой нелинейности.

Получение решения для нулевого приближения. Расчет колебательного движения цилиндра методом Линя. Расчет дополнительной функции для цилиндра методом Линя. Теплообмен при внешнем течении с небольшим периодическим колебанием.

Получение уравнения во внутренних и внешних переменных. Асимптотическое сращивание. Разложение по малому параметру. Уравнение для первого приближения. Поведение потока при $Res \gg 1$. Структура вторичных течений вблизи препятствий с деформируемыми границами.

Решение уравнения переноса тепла методом возмущений. Вывод уравнения переноса тепла. Анализ результатов.

2. Реферат

Темы 3, 4, 5

Задача Стокса.

Температурные волны.

Критерии подобия.

Перенос тепла при колебаниях температуры стенки цилиндрической трубы

Понятие о регулярных и сингулярных возмущениях. Примеры.

Метод последовательных приближений.

Метод Линя.

Двойные пограничные слои.

Вывод уравнения теплообмена во внутренних переменных.

Расчет колебательного движения цилиндра методом Линя.

3. Устный опрос

Темы 1, 2, 3, 4, 5

Объекты исследования и задачи нестационарного теплообмена

Различные формы записи уравнений сохранения вихрей. Развитие потока по мере роста колебательного числа Рейнольдса. Толщина акустического и теплового пограничных слоев. Связь Nt и N . Анализ высокочастотного и низкочастотного приближения при слабой нелинейности.

Получение решения для нулевого приближения. Расчет колебательного движения цилиндра методом Линя. Расчет дополнительной функции для цилиндра методом Линя. Теплообмен при внешнем течении с небольшим периодическим колебанием.

Получение уравнения во внутренних и внешних переменных. Асимптотическое сращивание. Разложение по малому параметру. Уравнение для первого приближения. Поведение потока при $Re \gg 1$. Структура вторичных течений вблизи препятствий с деформируемыми границами.

Решение уравнения переноса тепла методом возмущений. Вывод уравнения переноса тепла. Анализ результатов.

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Уравнения, описывающие перенос, при колебаниях. Граничные условия.
2. Расчет колебательного движения.
3. Уравнение переноса тепла. Граничные условия.
4. Расчет дополнительной функции для цилиндра методом Линя.
5. Вывод уравнения сохранения вихрей. Функция тока.
6. Внешнее течение с небольшим периодическим колебанием.
7. Уравнения динамического пограничного слоя. Движение в пограничном слое. Две области течения.
8. Теплообмен при внешнем течении с небольшим периодическим колебанием.
9. Уравнения теплового пограничного слоя при колебательном движении. Две области течения.
10. Разложение в ряд при слабом возмущении внешнего течения.
11. Задача Стокса. Толщина акустического пограничного слоя.
12. Разложение в ряд при слабом возмущении внешнего течения. Уравнения нулевого, первого, второго порядков. Граничные условия.
13. Приведение уравнения сохранения вихрей к безразмерному виду. Параметры подобия. Анализ предельных случаев.
14. Уравнение, описывающее колебательное движение цилиндра.
15. Температурные волны. Толщина акустического температурного пограничного слоя.
16. Граничное условие вдали от цилиндра. Разложение функции тока по малому параметру. Решение для нулевого приближения
17. Критерии подобия. Связь N и Nt . Анализ предельных случаев.
18. Вывод уравнения во внутренних переменных. Разложение по малому параметру.
19. Течение при осевых колебаниях цилиндрической трубки. Высокочастотное разложение.
20. Решение нулевого приближения во внутренних переменных.
21. Перенос тепла при колебаниях температуры стенки цилиндрической трубы. Высокочастотное разложение.
22. Асимптотическое сращивание внешнего и внутреннего решений.
23. Понятие о регулярных и сингулярных возмущениях. Примеры.
24. Решения для первого приближения во внешней области. Решение для стационарной составляющей.
25. Построение асимптотического разложения для уравнения сохранения вихрей.
26. Уравнение для первого приближения во внутренних переменных.
27. Разложение по малому параметру ($1/N$).
28. Течение при колебаниях плоскости. Акустический пограничный слой.
29. Решение для стационарной составляющей во внутренних переменных.
30. Метода последовательных приближений.
31. Метод последовательных приближений для решения уравнения сохранения вихрей.
32. Асимптотическое сращивание решений для стационарной составляющей.

33. Метод последовательных приближений для решения уравнения пограничного слоя.
34. Метод Линя.
35. Двойные пограничные слои. Анализ предельных случаев.
36. Приведение уравнения сохранения вихрей к безразмерному виду. Критерии подобия.
37. Вывод уравнения теплообмена колеблющегося цилиндра. Уравнение, описывающее перенос внешними потоками. Решение.
38. Приведение уравнения переноса тепла к безразмерному виду. Критерии подобия.
39. Вывод уравнения теплообмена во внутренних переменных.
40. Расчет колебательного движения цилиндра методом Линя.

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 8			
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	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
Экзамен	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. Теплообмен [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.

Теория нестационарного теплопереноса: Учебное пособие / Л.А. Ткаченко, А.В. Репина. Под общей ред. проф. Н.Ф. Кашапова. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017. - 139 с. https://kpfu.ru/staff_files/F_591097378/NTMP.pdf

7.2. Дополнительная литература:

Глазков, В.В. Техническая газодинамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Глазков. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2018. ? 108 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107284>. ? 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/Method_material/Tab/Uch_posobie_algor.pdf

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

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

Теория нестационарного теплопереноса: Учебное пособие - https://kpfu.ru/staff_files/F_591097378/NTMP.pdf

Электронный комплекс по теплообмену - http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1536/u_lecture.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. 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.
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.
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 "Нестационарный теплообмен" 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 "Нестационарный теплообмен" 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 .