

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

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

Автор(ы):

Ткаченко Л.А., Ткаченко Людмила Александровна

Рецензент(ы):

Митрофанов Г.А.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Кашапов Н. Ф.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 868126918

Казань

2018

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Ткаченко Л.А. , luda_tkachenko@inbox.ru ; Ткаченко Людмила Александровна

1. Цели освоения дисциплины

Учебная дисциплина "Нестационарный теплообмен" относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин учебного плана подготовки бакалавров и имеет своей целью формирование у обучающихся перечисленных ниже компетенций, основанных на усвоении современных методов расчета теплообмена в колеблющихся потоках.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б1.В.ДВ.9 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 16.03.01 Техническая физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 8 семестр.

Курс "Нестационарный теплообмен" излагается в восьмом семестре. Знания, полученные студентами при изучении курса "Теория теплообмена", обеспечивают данную дисциплину. После ознакомления с курсом лекций студенты должны уметь квалифицированно подходить к постановке задач, выбору объектов исследования в связи с их строением и структурой при решении научных и научно-прикладных проблем.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-12 (профессиональные компетенции)	готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный опыт по тематике профессиональной деятельности
ПК-3 (профессиональные компетенции)	готовность использовать физико-математический аппарат, способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность и готовность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. 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.

2. 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.

3. должен владеть:

методами исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ в области теплообмена 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.

4. 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.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Историческая справка. Объекты исследования и задачи дисциплины	8		2	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Уравнения, описывающие теплообмен	8		6	18	0	
3.	Тема 3. Сущность методов и алгоритмы решения задач теплообмена	8		8	14	0	
4.	Тема 4. Гидродинамические расчеты при колебательном движении цилиндра	8		8	12	0	
5.	Тема 5. Теплообмен при колебательном движении цилиндра	8		6	12	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен
	Итого			30	56	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Историческая справка. Объекты исследования и задачи дисциплины *лекционное занятие (2 часа(ов)):*

Историческая справка. Объекты исследования и задачи дисциплины.

Тема 2. Уравнения, описывающие теплообмен

лекционное занятие (6 часа(ов)):

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.

практическое занятие (18 часа(ов)):

Расчет глубины проникновения вязкой волны при колебаниях плоскости. Определение компонент вихревой напряженности на стенке при колебаниях бесконечной пластины. Вывод уравнения, описывающего поле скоростей стационарных вторичных течений. Распределение скорости в канале, составленном из двух плоскопараллельных пластин, помещенном в стоячее звуковое поле.

Тема 3. Сущность методов и алгоритмы решения задач теплообмена

лекционное занятие (8 часа(ов)):

Понятие о регулярных и сингулярных возмущениях. Примеры сингулярных задач. Метод сращиваемых асимптотических разложений. Метода 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.

практическое занятие (14 часа(ов)):

Разложение в ряд при слабом возмущении внешнего течения. Построение асимптотического разложения для уравнения сохранения вихрей. Получение уравнений нулевого, первого, второго порядков методом разложения в ряд.

Тема 4. Гидродинамические расчеты при колебательном движении цилиндра

лекционное занятие (8 часа(ов)):

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.

практическое занятие (12 часа(ов)):

Запись уравнений, описывающих колебательное движение цилиндра, в полярных координатах, перенос начала координат на поверхность цилиндра. Решения для первого приближения во внешней области. Разложение по малому параметру ($1/H$).

Тема 5. Теплообмен при колебательном движении цилиндра**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

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.

практическое занятие (12 часа(ов)):

Вывод уравнения теплообмена колеблющегося цилиндра во внутренних переменных. Решение задачи для двух приближений в предельных случаях.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Уравнения, описывающие теплообмен	8		подготовка к письменной работе	12	письменная работа
3.	Тема 3. Сущность методов и алгоритмы решения задач теплообмена	8		подготовка к письменной работе	14	письменная работа
4.	Тема 4. Гидродинамические расчеты при колебательном движении цилиндра	8		подготовка к письменной работе	16	письменная работа
5.	Тема 5. Теплообмен при колебательном движении цилиндра	8		подготовка к письменной работе	16	письменная работа
	Итого				58	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

По мере прохождения курса и изучения дисциплины студентам задаются контрольные вопросы. На практических (семинарских) занятиях предлагаются короткие дискуссии и обсуждение отдельных тем курса, выполняется решение задач. Самостоятельная работа состоит из работы над темами для самостоятельного изучения, подготовки к практическим занятиям, выполнения домашних контрольных работ и подготовки к экзамену. 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.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

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

Тема 2. Уравнения, описывающие теплообмен

письменная работа, примерные вопросы:

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.

Тема 3. Сущность методов и алгоритмы решения задач теплообмена

письменная работа, примерные вопросы:

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.

Тема 4. Гидродинамические расчеты при колебательном движении цилиндра

письменная работа, примерные вопросы:

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.

Тема 5. Теплообмен при колебательном движении цилиндра

письменная работа, примерные вопросы:

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

Итоговая форма контроля

экзамен

Примерные вопросы к экзамену:

Список контрольных вопросов 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 и . 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 ($1/H$).
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.

7.1. Основная литература:

Исследование процессов теплообмена : лабораторный практикум / И. А. Попов, А. В. Щелчков, А. Б. Яковлев ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования 'Казан. нац. исслед. техн. ун-т им. А. Н. Туполева-КАИ' .? Казань : [Издательство Казанского государственного технического университета], 2014 .? 96, [3] с. : ил. ; 20 .? Библиогр. в конце кн. (9 назв.) .? ISBN 978-5-7579-2011-5 ((в обл.))

Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг ; пер. Г.А. Вольперта с 5-го нем. изд., испр. по 6-му (амер.) изд., под ред. Л.Г. Лойцянского .? Москва : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1974 .? 711 с. : ил. ; 26 .? Библиогр.: с. 693-697 .

Гидродинамика энергоустановок : курс лекций / М. А. Таймаров ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования 'Казан. гос. энергет. ун-т' .? Казань : [Казанский государственный энергетический университет], 2012 .? 122 с. : ил. ; 20 .? Библиогр.: с. 120-121 (22 назв.)

Конспект лекций по тепломассообмену: учебное пособие / Д.С. Миихатуллин, А.Ю, Чирков; Москва: Московский гос. Тех. Ун-т им. Н.Э. Баумана, 2012 - Электронная версия (www.bmstu.ru/ps/~achirkov/fileman/.../ТТМО/Конспект_ТТМО_Чирков_2012.pdf)

7.2. Дополнительная литература:

Основы теории теплообмена / С. С. Кутателадзе .? Издание 5-е, переработанное и дополненное .? Москва : Атомиздат, 1979 .? 416 с. : рис., табл.

Тепломассобмен в технологических установках ЦБП.: учебное пособие Часть 1. / Готовский М.А., Суслов В.А.. СПб.: СПбГТУРП, 2010. - 88 с. Электронная версия (http://nizrp.narod.ru/teplomassoobmen_1p.htm)

Тепломассобмен в технологических установках ЦБП.: учебное пособие Часть 2. / Готовский М.А., Суслов В.А.. СПб.: СПбГТУРП, 2011. - 123 с. Электронная версия (<http://nizrp.narod.ru/teplomass2.pdf>)

7.3. Интернет-ресурсы:

Алгоритмы при моделировании гидродинамических процессов -

http://portal.tpu.ru/SHARED/f/FELIC/Metod_material/Tab/Uch_posobie_algor.pdf

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

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

Тепломассообмен: курс лекций - http://www.techgidravlika.ru/view_book.php?id=110

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

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Нестационарный тепломассобмен" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе " БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС " БиблиоРоссика " представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. 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 студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Лабораторная установка "Исследование НТМО"

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

Автор(ы):

Ткаченко Л.А. _____

Ткаченко Людмила Александровна _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Митрофанов Г.А. _____

"__" _____ 201__ г.