

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Набережночелнинский институт (филиал)
Отделение информационных технологий и энергетических систем



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по образовательной деятельности
НЧИ КФУ

_____ Н.Д. Ахметов
"___" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Тепло-массоперенос в процессах и материалах

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
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 литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, к.н. (доцент) Галиакбаров А.Т. (Кафедра физики НИ, Отделение информационных технологий и энергетических систем), azatgaliakbarov@yandex.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования
ПК-5	готовностью осуществлять патентные исследования в области профессиональной деятельности, а также сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

законы тепломассобмена в материалах

Должен уметь:

производить расчеты по теплообмену

Должен владеть:

математическим и физическим аппаратом при проведении расчетов

Должен демонстрировать способность и готовность:

использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования

осуществлять патентные исследования в области профессиональной деятельности, а также сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.2 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.02 "Наноинженерия ()" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 3, 4 курсах в 6, 7 семестрах.

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 11 зачетных(ые) единиц(ы) на 396 часа(ов).

Контактная работа - 144 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 72 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 252 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре; зачет в 7 семестре.

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

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

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Теплопроводность	6	3	9	3	15

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Теплопроводность в нестационарных процессах	6	3	9	3	15
3.	Тема 3. Численные методы решения уравнения теплопроводности	6	3	9	3	15
4.	Тема 4. Конвективная теплоотдача в однородной среде	6	3	9	3	21
5.	Тема 5. Теплоотдача при вынужденной конвекции	6	3	9	3	30
6.	Тема 6. Теплоотдача при свободной конвекции	6	3	9	3	30
7.	Тема 7. Теплообмен при кипении и конденсации	7	3	3	3	21
8.	Тема 8. Тепло и массообмен в двух компонентных средах	7	3	3	3	21
9.	Тема 9. Тепло и массообмен при химических превращениях	7	3	3	3	21
10.	Тема 10. Теплообмен излучением	7	3	3	3	21
11.	Тема 11. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах	7	3	3	3	21
12.	Тема 12. Процессы массопереноса в материалах и процессах	7	3	3	3	21
	Итого		36	72	36	252

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Теплопроводность

Основные положения теории теплопроводности. Основные понятия. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Его вывод. Краевые условия. Теплопроводность при стационарном режиме. Передача теплоты через плоскую и цилиндрическую стенку. Оребрение. Теплопроводность при наличии внутренних источников тепла.

Тема 2. Теплопроводность в нестационарных процессах

Условия нестационарности. Аналитическое описание процесса. Охлаждение или нагревание тел различной формы (пластины, цилиндра, сферы). Определение количества теплоты в процессах охлаждения или нагревания тел различной формы (пластины, цилиндра, сферы). Зависимость охлаждения или нагревания тела от формы и размера. Электротепловая аналогия.

Тема 3. Численные методы решения уравнения теплопроводности

Основные понятия о численных методах. Метод конечных разностей. Разбиение тела на элементарные объемы, конечно-разностная форма дифференциального уравнения теплопроводности. Условия сходимости решения. Метод конечных элементов. Схематизация формы тела, источников тепловыделения и граничных условий и разбиение схематизированного тела на элементы. Конкретизация вида функционала, соответствующего дифференциальному уравнению теплопроводности и граничным условиям и составление системы уравнений для минимизации функционала. Определение численных значений температур в узловых точках тела. Метод граничных элементов

Тема 4. Конвективная теплоотдача в однородной среде

Основные понятия. Закон Ньютона-Рихмана. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена. Краевые условия. Коэффициент теплоотдачи. Основы теории подобия. Условия подобных процессов. Критерии подобия. Критериальные уравнения подобия. Осреднение коэффициентов теплоотдачи и температурного напора.

Тема 5. Теплоотдача при вынужденной конвекции

Теплоотдача при вынужденном омывании плоского тела. Уравнение пограничного слоя. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах. Теплоотдача в гладких, шероховатых и изогнутых трубах. Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании цилиндрических тел.

Тема 6. Теплоотдача при свободной конвекции

Основные понятия и положения. Теплоотдача при свободной движении в неограниченном и ограниченном пространстве. Теплоотдача в пограничном слое. Температурный напор. Теплоотдача в жидких металлах. Теплоотдача при сверхкритическом состоянии. Теплоотдача при течении газа с большой скоростью. Теплоотдача разреженных газов.

Тема 7. Теплообмен при кипении и конденсации

Теплообмен при конденсации неподвижного пара. Теплообмен при конденсации пара движущегося внутри канала. Теплообмен при конденсации пара на плоской и цилиндрической поверхности. Капельная конденсация. Теплообмен при пузырьковом и пленочном кипении. Ламинарное и турбулентное движение пленки. Структура потока.

Тема 8. Тепло и массообмен в двух компонентных средах

Дифференциальные уравнения тепло- и массообмена. Тепло- и массотдача. Тройная аналогия. Диффузионный пограничный слой. Тепло-и массообмен при конденсации пара из парогазовой смеси. Тепло-и массообмен при испарении жидкости в парогазовую среду. Теплообмен на границе раздела сред и фаз (стенки пузырька и т.д.).

Тема 9. Тепло и массообмен при химических превращениях

Основные сведения о химических превращениях. Химическая кинетика. Основные уравнения тепло- и массообмена при химических превращениях. Типы гомогенных реакций. Теплообмен между газовой смесью и поверхностью раздела фаз. Расчет теплового потока через определение параметров газовой среды на границе раздела фаз и вдали от нее.

Тема 10. Теплообмен излучением

Основные понятия и законы теплового излучения. Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной средой. Теплообмен излучением в системе тел с плоскопараллельными поверхностями. Теплообмен излучением между телом и его оболочкой. Геометрические свойства лучистых потоков. Теплообмен излучением между произвольно расположенными телами в пространстве.

Тема 11. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах

Теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Уравнение переноса лучистой энергии. Оптическая толщина среды и режимы излучения. Теплообмен в системе тел с поглощающей средой. Особенности излучения газов и паров. Лучистый теплообмен между газовой средой и оболочкой. Сложный теплообмен. Критерии радиационного подобия.

Тема 12. Процессы массопереноса в материалах и процессах

Процессы массопереноса в материалах и процессах. Общие сведения о процессах массопереноса. Массообменные процессы со свободной границей раздела фаз. Молекулярная диффузия. Конвекция и массоотдача. Модели массопереноса для нестационарных процессов

Основы массопередачи в системах с фиксированной границей раздела фаз. Массоперенос в твердой фазе.

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"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

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

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
	Текущий контроль		
1	Лабораторные работы	ОПК-1	1. Теплопроводность
2	Лабораторные работы	ОПК-1	2. Теплопроводность в нестационарных процессах
3	Письменная работа	ОПК-1	3. Численные методы решения уравнения теплопроводности
4	Лабораторные работы	ОПК-1	4. Конвективная теплоотдача в однородной среде
5	Лабораторные работы	ОПК-1	5. Теплоотдача при вынужденной конвекции
6	Лабораторные работы	ОПК-1	6. Теплоотдача при свободной конвекции
	Зачет	ОПК-1, ПК-5	
Семестр 7			
	Текущий контроль		
1	Письменная работа	ПК-5 , ОПК-1	7. Теплообмен при кипении и конденсации
2	Письменная работа	ОПК-1	8. Тепло и массообмен в двух компонентных средах
3	Письменная работа	ОПК-1	9. Тепло и массообмен при химических превращениях
4	Курсовая работа по дисциплине	ПК-5 , ОПК-1	10. Теплообмен излучением
5	Письменная работа	ОПК-1	11. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах
6	Письменная работа	ОПК-1	12. Процессы массопереноса в материалах и процессах
	Зачет	ОПК-1, ПК-5	

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					
Лабораторные работы	Оборудование и методы использованы правильно. Проявлена превосходная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения полностью освоены. Результат лабораторной работы полностью соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы в основном правильно. Проявлена хорошая теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения в основном освоены. Результат лабораторной работы в основном соответствует её целям.	Оборудование и методы частично использованы правильно. Проявлена удовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения частично освоены. Результат лабораторной работы частично соответствует её целям.	Оборудование и методы использованы неправильно. Проявлена неудовлетворительная теоретическая подготовка. Необходимые навыки и умения не освоены. Результат лабораторной работы не соответствует её целям.	1
					2
					4
					5
					6
					6

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	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.		
Семестр 7					
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. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	1
					2
					3
					5
					6
					4
Курсовая работа по дисциплине	Продемонстрирован высокий уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы и применённые методы соответствуют поставленным задачам. Работа характеризуется оригинальностью, теоретической и/или практической ценностью. Оформление соответствует требованиям.	Продемонстрирован средний уровень владения материалом по теме работы. Используются надлежащие источники. Структура работы и применённые методы в целом соответствуют поставленным задачам. Работа в достаточной степени самостоятельна. Оформление в основном соответствует требованиям.	Продемонстрирован низкий уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы частично соответствуют её задачам. Уровень самостоятельности низкий. Оформление частично соответствует требованиям.	Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом по теме работы. Используются источники, методы и структура работы не соответствуют её задачам. Работа несамостоятельна. Оформление не соответствует требованиям.	4
	Зачтено		Не зачтено		

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

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. Лабораторные работы

Тема 1

Лабораторная работа по теме: Определение коэффициента теплопроводности материалов.

1. Температурное поле. Изотермическая поверхность. Градиент температурного поля.
2. Количество теплоты. Тепловой поток. Удельные тепловые поток.
3. Элементарные способы передачи теплоты. Сложный теплообмен
4. Расчет тепловых потоков в процессе теплообмена
5. Основной закон теории теплопроводности. Закон (гипотеза) Фурье
6. Энергетическая форма записи закона Фурье.
7. Коэффициент температуропроводности
8. Дифференциальное уравнение теплопроводности
9. Условия однозначности, необходимые для решения дифференциального уравнения Фурье
10. Методы определения коэффициента теплопроводности.
11. Основные элементы установки

2. Лабораторные работы

Тема 2

Лабораторная работа по теме: Электротепловая аналогия.

1. В чем заключается сущность метода аналогий?
2. Какие преимущества метода электротепловой аналогии?
3. Что характеризует уравнения теплопроводности и электропроводности?
4. Каков порядок моделирования для конкретного образца?
5. Как моделируются нестационарные процессы теплопроводности?
6. каков порядок перерасчета распределения потенциалов на модели на поля температур?
7. порядок выполнения работы
8. Основные элементы установки

3. Письменная работа

Тема 3

Тема:

1. Основные понятия о численных методах.
2. Метод конечных разностей.
3. Разбиение тела на элементарные объемы,
4. Конечно-разностная форма дифференциального уравнения теплопроводности.
5. Условия сходимости решения.
6. Метод конечных элементов.
7. Схематизация формы тела, источников тепловыделения и граничных условий и разбиение схематизированного тела на элементы.
8. Конкретизация вида функционала, соответствующего дифференциальному уравнению теплопроводности и граничным условиям и составление системы уравнений для минимизации функционала
9. Определение численных значений температур в узловых точках тела.
10. Метод граничных элементов

4. Лабораторные работы

Тема 4

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТРУБЫ ПРИ СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ ВОЗДУХА

Контрольные вопросы:

1. Назовите элементарные виды теплообмена. Дайте характеристику каждому виду.
2. Что такое конвективный теплообмен? Каковы причины движения теплоносителя?
3. Какие факторы влияют на коэффициент теплоотдачи?
4. В чем состоит сущность теории подобия? Для чего она нужна?
5. Какие зависимости называются уравнениями подобия?
6. Напишите числа подобия и объясните их физический смысл.
7. Какие числа подобия называются определяющими, а какие определяемыми?
8. Что такое определяющая температура?
9. Что такое определяющий размер?
10. Опишите экспериментальную установку и порядок работы на ней.
11. Как выбрать из таблицы коэффициент кинематической вязкости?
12. Объясните порядок обобщения опытных данных с помощью метода подобия.
13. Что нужно сделать для того, чтобы существенно увеличить точность определения коэффициента теплоотдачи?

5. Лабораторные работы

Тема 5

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТРУБЫ ПРИ СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ ВОЗДУХА

Контрольные вопросы:

1. Назовите элементарные виды теплообмена. Дайте характеристику каждому виду.
2. Что такое конвективный теплообмен? Каковы причины движения теплоносителя?
3. Какие факторы влияют на коэффициент теплоотдачи?
4. В чем состоит сущность теории подобия? Для чего она нужна?
5. Какие зависимости называются уравнениями подобия?
6. Напишите числа подобия и объясните их физический смысл.
7. Какие числа подобия называются определяющими, а какие определяемыми?
8. Что такое определяющая температура?
9. Что такое определяющий размер?
10. Опишите экспериментальную установку и порядок работы на ней.
11. Как выбрать из таблицы коэффициент кинематической вязкости?
12. Объясните порядок обобщения опытных данных с помощью метода подобия.
13. Что нужно сделать для того, чтобы существенно увеличить точность определения коэффициента теплоотдачи?

6. Лабораторные работы

Тема 6

Лабораторная работа

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТДАЧИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ И ВЕРТИКАЛЬНОЙ ТРУБЫ ПРИ СВОБОДНОЙ КОНВЕКЦИИ ВОЗДУХА

Контрольные вопросы:

1. Назовите элементарные виды теплообмена. Дайте характеристику каждому виду.
2. Что такое конвективный теплообмен? Каковы причины движения теплоносителя?
3. Какие факторы влияют на коэффициент теплоотдачи?
4. В чем состоит сущность теории подобия? Для чего она нужна?
5. Какие зависимости называются уравнениями подобия?
6. Напишите числа подобия и объясните их физический смысл.
7. Какие числа подобия называются определяющими, а какие определяемыми?
8. Что такое определяющая температура?
9. Что такое определяющий размер?
10. Опишите экспериментальную установку и порядок работы на ней.
11. Как выбрать из таблицы коэффициент кинематической вязкости?
12. Объясните порядок обобщения опытных данных с помощью метода подобия.
13. Что нужно сделать для того, чтобы существенно увеличить точность определения коэффициента теплоотдачи?

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Основные положения теории теплопроводности. Основные понятия.
2. Закон Фурье.
3. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Его вывод.
4. Краевые условия.
5. Теплопроводность при стационарном режиме.
6. Передача теплоты через плоскую и цилиндрическую стенку.
7. Оребрение.
8. Теплопроводность при наличии внутренних источников тепла.
9. Условия нестационарности.
10. Аналитическое описание процесса.
11. Охлаждение или нагревание тел различной формы (пластины, цилиндра, сферы).
12. Определение количества теплоты в процессах охлаждения или нагревания тел различной формы (пластины, цилиндра, сферы).
13. Зависимость охлаждения или нагревания тела от формы и размера.
14. Электротепловая аналогия.
15. Основные понятия о численных методах.
16. Метод конечных разностей. Разбиение тела на элементарные объемы, конечно-разностная форма дифференциального уравнения теплопроводности.
17. Условия сходимости решения.
18. Метод конечных элементов.
19. Схематизация формы тела, источников тепловыделения и граничных условий и разбиение схематизированного тела на элементы. Конкретизация вида функционала, соответствующего дифференциальному уравнению теплопроводности и граничным условиям и составление системы уравнений для минимизации функционала
20. Определение численных значений температур в узловых точках тела.
21. Метод граничных элементов
22. Основные понятия. Закон Ньютона-Рихмана.
23. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.
24. Краевые условия. Коэффициент теплоотдачи.
25. Основы теории подобия. Условия подобных процессов.
26. Критерии подобия.
27. Критериальные уравнения подобия.
28. Осреднение коэффициентов теплоотдачи и температурного напора.
29. Теплоотдача при вынужденном омывании плоского тела.
30. Уравнение пограничного слоя.
31. Ламинарный и турбулентный пограничный слой.
32. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах.
33. Теплоотдача в гладких, шероховатых и изогнутых трубах.
34. Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании цилиндрических тел.
35. Основные понятия и положения.
36. Теплоотдача при свободной движении в неограниченном и ограниченном пространстве.
37. Теплоотдача в пограничном слое.
38. Температурный напор.
39. Теплоотдача в жидких металлах.
40. Теплоотдача при сверхкритическом состоянии.
41. Теплоотдача при течении газа с большой скоростью.
42. Теплоотдача разреженных газов.

Семестр 7

Текущий контроль

1. Письменная работа

Тема 7

Темы:

1. Теплообмен при конденсации неподвижного пара.
2. Теплообмен при конденсации пара движущегося внутри канала.
3. Теплообмен при конденсации пара на плоской и цилиндрической поверхности.
4. Капельная конденсация.
5. Теплообмен при пузырьковом и пленочном кипении.
6. Ламинарное и турбулентное движение пленки. Структура потока.

2. Письменная работа

Тема 8

7. Дифференциальные уравнения тепло- и массообмена.

8. Тепло- и массотдача.
9. Тройная аналогия.
10. Диффузионный пограничный слой.
14. Основные сведения о химических превращениях. Химическая кинетика.
15. Основные уравнения тепло- и массообмена при химических превращениях.
16. Типы гомогенных реакций.
17. Теплообмен между газовой смесью и поверхностью раздела фаз.
18. Расчет теплового потока через определение параметров газовой среды на границе раздела фаз и вдали от нее.

3. Письменная работа

Тема 9

14. Основные сведения о химических превращениях. Химическая кинетика.
15. Основные уравнения тепло- и массообмена при химических превращениях.
16. Типы гомогенных реакций.
17. Теплообмен между газовой смесью и поверхностью раздела фаз.
18. Расчет теплового потока через определение параметров газовой среды на границе раздела фаз и вдали от нее.

4. Курсовая работа по дисциплине

Тема 10

курсовая работа по темам:

1. Расчет температурного поля при внешнем нагревании тела
2. Расчет температурного поля при внутренних источниках тепла
3. Расчет охлаждения подложки при плазменном напылении
4. Расчет подложки при напылении материала в вакууме.
5. Расчет температурного поля при внешнем и внутреннем нагревании тела
6. Расчет температурного поля при нагреве концентрированным источником энергии

5. Письменная работа

Тема 11

19. Основные понятия и законы теплового излучения.
20. Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной средой.
21. Теплообмен излучением в системе тел с плоскопараллельными поверхностями.
22. Теплообмен излучением между телом и его оболочкой.
23. Геометрические свойства лучистых потоков.
24. Теплообмен излучением между произвольно расположенными телами в пространстве.
25. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах.
26. Уравнение переноса лучистой энергии.
27. Оптическая толщина среды и режимы излучения.
28. Теплообмен в системе тел с поглощающей средой.
29. Особенности излучения газов и паров.
30. Лучистый теплообмен между газовой средой и оболочкой.
31. Сложный теплообмен. Критерии радиационного подобия.

6. Письменная работа

Тема 12

32. Процессы массопереноса в материалах и процессах.
33. Общие сведения о процессах массопереноса.
34. Массообменные процессы со свободной границей раздела фаз.
35. Молекулярная диффузия. Конвекция и массоотдача.
36. Модели массопереноса для нестационарных процессов
37. Основы массопередачи в системах с фиксированной границей раздела фаз.

Зачет

Вопросы к зачету:

1. Теплообмен при конденсации неподвижного пара.
2. Теплообмен при конденсации пара движущегося внутри канала.
3. Теплообмен при конденсации пара на плоской и цилиндрической поверхности.
4. Капельная конденсация.
5. Теплообмен при пузырьковом и пленочном кипении.
6. Ламинарное и турбулентное движение пленки. Структура потока.
7. Дифференциальные уравнения тепло- и массообмена.
8. Тепло- и массотдача.
9. Тройная аналогия.

10. Диффузионный пограничный слой.
11. Тепло-и массообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.
12. Тепло-и массообмен при испарении жидкости в парогазовую среду.
13. Теплообмен на границе раздела сред и фаз (стенки пузырька и т.д.).
14. Основные сведения о химических превращениях. Химическая кинетика.
15. Основные уравнения тепло- и массообмена при химических превращениях.
16. Типы гомогенных реакций.
17. Теплообмен между газовой смесью и поверхностью раздела фаз.
18. Расчет теплового потока через определение параметров газовой среды на границе раздела фаз и вдали от нее.
19. Основные понятия и законы теплового излучения.
20. Теплообмен излучением между твердыми телами, разделенными прозрачной средой.
21. Теплообмен излучением в системе тел с плоскопараллельными поверхностями.
22. Теплообмен излучением между телом и его оболочкой.
23. Геометрические свойства лучистых потоков.
24. Теплообмен излучением между произвольно расположенными телами в пространстве.
25. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах.
26. Уравнение переноса лучистой энергии.
27. Оптическая толщина среды и режимы излучения.
28. Теплообмен в системе тел с поглощающей средой.
29. Особенности излучения газов и паров.
30. Лучистый теплообмен между газовой средой и оболочкой.
31. Сложный теплообмен. Критерии радиационного подобия.
32. Процессы массопереноса в материалах и процессах.
33. Общие сведения о процессах массопереноса.
34. Массообменные процессы со свободной границей раздела фаз.
35. Молекулярная диффузия. Конвекция и массоотдача.
36. Модели массопереноса для нестационарных процессов
37. Основы массопередачи в системах с фиксированной границей раздела фаз.
38. Массоперенос в твердой фазе.

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			
Лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.	1	8
		2	8
		4	8
		5	8
		6	10

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
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.	3	8
Зачет	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.		50
Семестр 7			
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	5
		2	5
		3	25
		5	5
		6	5
Курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.	4	5
Зачет	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.		50

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями и предоставленных доступов НЧИ КФУ;

- в печатном виде - в фонде библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов библиотеки Набережночелнинского института (филиала) КФУ.

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

Набережночелнинского института КФУ. Библиотека. Электронные ресурсы - <http://kpfu.ru/chelny/study/library/ebc>
сетевые ресурсы "Роснано" - <https://edunano.ru>
Сетевые ресурсы КФУ - <http://kpfu.ru/library/setevye-resursy>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий преподаватель устно, в логически выдержанной форме излагает новый учебный материал, который конспектируется студентами с оставлением (по возможности) полей для заметок и комментариев (дополнений лекционного материала по результатам самостоятельного изучения рекомендуемой литературы). Обучающиеся задают преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, анализа информации, решения проблемных задач и др. При подготовке к лекционным и иным занятиям может понадобиться материал, изучавшийся на курсах: 'Математика', 'Физика' и др. Поэтому стоит обращаться к соответствующим источникам (учебникам, монографиям, статьям).
практические занятия	Работа на практических занятиях предполагает выполнение лабораторных работ по темам пройденным на лекционных занятиях, и проводятся с целью закрепления навыков и умений студентов. Студенты по завершению выполнения лабораторной работы предоставляют отчет содержащий такие пункты: как теоретическую часть, расчетную, графическую, и выполняют защиту отвечая на вопросы задаваемые преподавателем.
лабораторные работы	В аудитории, оснащённой соответствующим оборудованием, обучающиеся проводят учебные эксперименты и тренируются в применении практико-ориентированных технологий. Оцениваются знание материала и умение применять его на практике, умения и навыки по работе с оборудованием в соответствующей предметной области.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов подразумевает как проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой учебной литературы, так и освоение материала, вынесенного на самостоятельное изучение, а также разработку компьютерной программы и подготовку к устным опросам, практическим занятиям и экзамену.
письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению практических задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.
зачет	Зачет нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Зачет 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.
курсовая работа по дисциплине	Курсовую работу по дисциплине обучающиеся пишут самостоятельно дома. Темы и требования к работе формулирует преподаватель. Выполненная работа сдаётся преподавателю в сброшюрованном виде. В работе предлагается собственное решение определённой теоретической или практической проблемы. Оцениваются проработка источников, применение исследовательских методов, проведение отдельных стадий исследования, формулировка выводов, соблюдение требований к структуре и оформлению работы, своевременность выполнения.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

Специализированная лаборатория.

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 28.03.02 "Наноинженерия"

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.2 Тепло-массоперенос в процессах и материалах

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Основная литература:

1. Кудинов А. А. Тепломассообмен : учебное пособие / А. А. Кудинов. - Москва : ИНФРА-М, 2020. - 375 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011093-6. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1046937>. - Текст : электронный.
2. Видин Ю. В. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен: учебное пособие / Ю.В. Видин, Р.В. Казаков, В.В. Колосов. - Красноярск : СФУ, 2015. - 370 с. - ISBN 978-5-7638-3302-7. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/967810>. - Текст : электронный.
3. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Механика жидкостей и газов. Лабораторный практикум : учебное пособие / В. А. Арутюнов, В. А. Капитанов, И. А. Левицкий, С. Н. Шибалов. - Москва : МИСИС, 2007. - 85 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/1813>. - Текст : электронный.

Дополнительная литература:

1. Тепловой режим электронной аппаратуры: учебное пособие / А.В. Палий, Е.Т. Замков, А.В. Саенко, Ю.В. Клуникова. - Таганрог : Южный федеральный университет, 2016. - 109 с. - ISBN 978-5-9275-2192-0. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/996154>. - Текст : электронный.
2. Нестеров А. А. Технология синтеза порошков сегнетоэлектрических фаз: учебное пособие / А.А. Нестеров, А.Е. Панич. - Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2010. - 226 с. - ISBN 978-5-9275-0721-4. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/550755>. - Текст : электронный.
3. Рябов В. А. Принципы статистической физики и численное моделирование: учебное пособие / В.А. Рябов. - Долгопрудный : Интеллект, 2014. - 136 с. - ISBN 978-5-91559-168-3. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/500628>. - Текст : электронный.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.2 Тепло-массоперенос в процессах и материалах

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 28.03.02 - Наноинженерия

Профиль подготовки:

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2018

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

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.