

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Костромской государственный университет»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕПЛОФИЗИКА

Направление подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность

Риск-менеджмент в техносфере

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Кострома

- Рабочая программа дисциплины «Теплофизика» разработана в соответствии:
- с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 25.05.2020. № 680 (Зарегистрировано в Минюсте России 06.07.2020. № 58837);
 - Приказом Минобрнауки России от 26.11.2020. № 1456 «О внесении изменений в федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования» (Зарегистрировано в Минюсте России 27.05.2021. № 63650);
 - с учебным планом направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, год начала подготовки 2021.

Разработал: Киселёв Н.В., профессор, д. т. н.,
Рецензенты: Столяров А.С., заместитель директора департамента по труду и социальной защите населения Костромской области;
Брюханов И.Ю., директор по рискам и правовому обеспечению АО «Костромской завод автокомпонентов».

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

Заведующий кафедрой техносферной безопасности

Лустгартен Татьяна Юрьевна, к.т.н., доцент

Протокол заседания кафедры № 10 от 07 июня 2021 г.

ПРОГРАММА ПЕРЕУТВЕРЖДЕНА:

На заседании кафедры техносферной безопасности

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ 20__ г.

Лустгартен Татьяна Юрьевна, к.т.н., доцент

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель учебной дисциплины «Теплофизика»:

ознакомить студентов с основными физическими моделями переноса теплоты и массы в неподвижных и движущихся средах и обучить студентов методам расчета потоков теплоты и массы, полей температуры, базирующимся на этих моделях, методами экспериментального изучения процессов теплообмена.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов со способами переноса теплоты (массы);
- развитие способности обучаемых к физическому и математическому моделированию процессов переноса теплоты (массы), протекающих в реальных физических объектах, в частности, в установках промышленности.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека.

ИОПК-1.1. Способен решить типовые задачи по обеспечению безопасности человека в среде обитания с учетом современных тенденций развития техники и технологий в области техносферной безопасности, современных САПР, тематических программных комплексов.

ИОПК-1.2. Способен использовать законы и методы математики, естественных и гуманитарных наук при решении профессиональных задач.

ИОПК-1.3. Владеет методами инструментального и экспериментального анализа в различных средах загрязняющих веществ и других факторов антропогенного воздействия на окружающую среду.

В результате освоения дисциплины «Теплофизика» обучающийся должен: приобрести знания, умения, владения и профессиональные компетенции.

Знать:

законы и основные физико-математические модели переноса теплоты применительно к промышленным установкам и системам; методы расчета тепловых процессов, их рациональную и безопасную организацию.

Уметь:

- рассчитывать температурные поля в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов теплообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты;
- рассчитывать передаваемые тепловые потоки.

Владеть:

- основами расчета процессов теплопереноса в элементах промышленного оборудования.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина относится к обязательной части учебного плана блока Б1. Изучается в 5 семестре.

Для изучения дисциплины необходимы знания вопросов предшествующих изучаемых дисциплин – математика, физика, физическая и коллоидная химия. Дисциплина является предшествующей для изучения следующих дисциплин – Гидрогазодинамика, Методы исследования чрезвычайных ситуаций, Промышленная экология, Мониторинг окружающей среды, Технология и оборудование в машиностроении, текстильной промышленности, лесопромышленного комплекса, Физико-химические процессы в техносфере.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	2
Общая трудоемкость в часах	72
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	32
Лекции	16
Практические занятия	16
Лабораторные занятия	-
Самостоятельная работа в часах	39,75
ИКР	0,25
Форма промежуточной аттестации	Зачет

4.2. Объем контактной работы с обучающимися

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	16
Практические занятия	16
Лабораторные занятия	-
Зачет/зачеты	0,25
Экзамен/экзамены	-
Всего	32,25

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ), С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА ЧАСОВ И ВИДОВ ЗАНЯТИЙ

5.1. Тематический план учебной дисциплины для очной формы

№	Название раздела, темы	Всего	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекц.	Лаб.	Практ.	
1	Раздел 1. Теплопроводность.	18	4	-	4	9
2	Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.	18	4	-	4	9
3	Раздел 3. Теплообмен при фазовых превращениях.	18	4	-	4	9
4	Раздел 4. Теплообмен излучением.	17,75	4	-	4	9
	Подготовка к зачету					3,75
	Итого:	71,75	16	-	16	39,75

5.2. Содержание учебно-образовательных разделов (модулей):

Раздел 1. Теплопроводность.

– Инвариантный блок: Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности. Передача тепла через плоскую стенку. Передача тепла через цилиндрическую стенку. Критический диаметр цилиндрической стенки. Теплопроводность при нестационарном режиме. Пути интенсификации теплопередачи. Моделирование процессов теплопроводности в среде САЕ-систем.

– Вариативный (профильный) блок: Аналитическое описание процесса. Охлаждение (нагревание) пластины. Определение количества тепла, которое отдается пластиной в процессе охлаждения. Охлаждение бесконечно длинного цилиндра. Определение количества тепла, которое отдается цилиндром в процессе охлаждения. Охлаждение шара. Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров. Зависимость процесса охлаждения (нагревания) от формы и размеров тела. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел. Приближенные методы расчета задач теплопроводности.

Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.

– Инвариантный блок: Основные понятия и определения. Физические свойства жидкостей. Краткие сведения из гидродинамики. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена. Приведение дифференциальных уравнений конвективного теплообмена и условий однозначности к безразмерному виду. Критерии подобия и критериальные уравнения. Условия подобия физических процессов. Методы анализа размерностей. Моделирование процессов конвективного теплообмена. Характер течения вдоль поверхности. Теплоотдача при ламинарном пограничном слое. Теплоотдача при турбулентном пограничном слое. Особенности движения и теплообмена в трубах. Теплоотдача при течении жидкости в гладких трубах круглого поперечного сечения. Теплоотдача при поперечном омывании одиночной круглой трубы. Теплоотдача при поперечном омывании пучков труб.

– Вариативный (профильный) блок: Методы экспериментального определения коэффициентов теплоотдачи. Получение эмпирических критериальных уравнений. Теплоотдача при течении газа с большими скоростями. Теплоотдача жидких металлов. Теплоотдача при наличии в жидкости внутренних источников тепла. Теплоотдача при сверхкритическом состоянии вещества. Теплоотдача разреженных газов.

Раздел 3 Теплообмен при фазовых превращениях.

– Инвариантный блок: Основные положения теплообмена при конденсации чистых паров. Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара. Теплообмен при пленочной конденсации движущегося пара внутри труб. Теплообмен при пленочной конденсации движущегося пара на горизонтальных одиночных трубах и пучках труб. Теплообмен при капельной конденсации пара. Механизм процесса теплообмена при пузырьковом кипении жидкости. Структура потока при кипении жидкости в условиях свободного движения. Структура двухфазного потока и теплообмен при кипении жидкости внутри труб. Теплоотдача при пузырьковом режиме кипения жидкости. Механизм теплообмена при пленочном режиме кипения жидкости. Теплообменные аппараты. Принципы расчета рекуперативных теплообменников.

– Вариативный (профильный) блок: Теплоотдача при ламинарном движении паровой пленки. Теплоотдача при турбулентном движении паровой пленки. Первый и второй кризисы кипения. Основные положения тепло- и массообмена. Дифференциальные уравнения тепло- и массообмена. Тепло- и массоотдача. Тройная аналогия. Тепло- и массоотдача при испарении жидкости в парогазовую среду. Тепло- и массоотдача при

конденсации пара из парогазовой смеси.

Раздел 4 Теплообмен излучением.

– Инвариантный блок: Описание процесса. Виды лучистых потоков. Законы теплового излучения. Методы исследования процессов лучистого теплообмена. Теплообмен излучением в системе тел с плоскопараллельными поверхностями. Коэффициент излучения твердых тел и методы его определения. Теплообмен излучением между телом и его оболочкой.

– Вариативный (профильный) блок: Геометрические свойства лучистых потоков. Теплообмен излучением в замкнутой системе абсолютно черных или серых тел. Теплообмен излучением при наличии отражающих поверхностей. Методы определения угловых коэффициентов излучения. Особенности излучения газов и паров. Уравнения переноса лучистой энергии. Теплообмен излучением между двумя телами, произвольно расположенными в пространстве.

Каждый содержательный учебно-образовательный раздел ориентирован на достижение совокупности регламентированных Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки «Техносферная безопасность» и примерной программой компетенций, приобретение определенных знаний, умений и навыков в области «Теплофизика».

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа студентов является важным компонентом образовательного процесса, формирующим личность студента, его мировоззрение и культуру профессиональной деятельности, способствует развитию способности к самообучению и постоянного повышения своего профессионального уровня.

Самостоятельная работа по курсу Теплофизика включает: самостоятельное изучение отдельных тем разделов; самостоятельную подготовку к лабораторным работам; самостоятельную подготовку к текущему контролю по каждому разделу, самостоятельную подготовку и выполнение рубежного тестирования по каждому разделу.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания (Литература)	Форма контроля
1	Раздел 1. Теплопроводность.	Изучить материалы лекции	9	1,2,3,4	Устный опрос
2	Раздел 2. Конвективный теплообмен в однофазной среде.	Изучить материалы лекции	9	4,5,6	Устный опрос

3	Раздел 3. Теплообмен при фазовых превращениях.	Изучить материалы лекции	9	7,8,9	Устный опрос
4	Раздел 4. Теплообмен излучением.	Изучить материалы лекции	9	8,9,10	Устный опрос
	Подготовка к зачету		3,75	1-10	Устный опрос

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. **Теплотехника:** Учеб. для инж.- техн. спец. вузов / А. П. Баскаков, Б. В. Берг, О. К. Витт, и др.; Под ред. А. П. Баскакова. - 2-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 223 с.
2. **Нащокин В.В.** Техническая термодинамика и теплопередача: Учеб. пособие для неэнерг. спец. вузов / В.В. Нащокин.- 3-е изд., испр. и доп.- М.: Высш. школа, 1980.-469с.
3. **Теплотехника:** Учебник для вузов / В. Н. Луканин, М. Г. Шатров, Г. М. Камфер, и др.; Под ред. В.Н.Луканина. - 4-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2003. - 671 с.
4. Каравайков В.М. Тепловой и гидромеханический расчет рекуперативного теплообменного аппарата. – Кострома, КГТУ, 1999.
5. Каравайков В.М., Киселев Н.В. Лабораторный практикум по теории теплообмена: Учеб. пособие – Кострома: Костромской гос.технол.ун-т, 2005.- 98 с.
6. Каравайков В.М. Энергосбережение при производстве натуральных волокон: Учеб. пособие.–Кострома: Костромской гос.технол.ун-т,2001.
7. Киселев Н.В. Моделирование тепломассообменных процессов в среде ANSYS. Мет. указан. РИС КГТУ, Кострома, 2004.
8. Исаченко В.П., Осипова В.А, Сукомел А.С. Теплопередача.-М.: Энергоиздат, 1981.
9. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача.- М.; Высшая школа, 1980.
10. Лыков А.В., Михайлов Ю.А. Теория тепло- и массопереноса.-М.: 1963.

Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

1. Программная система инженерного анализа ANSYS V.19.0 Academic Edition ;
3. <http://www.uchites.ru/> [http:// energetiki.net/knigi/gudravlika/53- mexanika- zhidkosti- i- ga za- konspekty- lekciy- vi. html](http://energetiki.net/knigi/gudravlika/53-mexanika-zhidkosti-i-gaza-konspekty-lekciy-vi.html) ;
- 4.<http://www.studfiles.ru/dir/cat41/suby1231.html> ;
5. <http://www.liguidasmech.ru/content/view/6/1/> ;

Электронные библиотечные системы:

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Университетская библиотека online»
3. ЭБС «Znanium»

Операционные системы Windows, стандартные офисные программы;

Электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных вузовской рабочей программой, находящихся в свободном доступе для студентов.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекций необходима обычная аудитория. Для проведения практических занятий необходима стандартно оборудованная аудитория.

9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ

ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Специализированные лаборатории

Номер, наименование, принадлежность помещения (аудитории, лаборатории, мастерской)	Площадь, м ²	Количество посадочных мест
Б-314	80	25