МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
_____А.В.Белоусов
«_1_» _декабря_____2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

ТЕПЛОМАССООБМЕН

направление подготовки:

13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность программы (профиль):

Энергообеспечение предприятий

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: Энергетический

Кафедра: Энергетики теплотехнологии

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 01 октября 2015 г., № 1081.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент _____ **(Т.И. Тихомирова)**

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры **энергетики теплотехнологии**

«16» ноября 2015 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, профессор _____ **(В.П. Кожевников)**

Рабочая программа одобрена методической комиссией энергетического института

«19» ноября 2015 г., протокол № 3

Председатель: канд. техн. наук, доцент _____ **(А.Н. Семернин)**

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ПРАКТИКЕ)

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ОПК-2	Способность демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	В результате освоения дисциплины обучающийся должен **Знать:** основные законы и уравнения тепло- и массобмена, основные тепло-и массообменные процессы, применяемые в теплоэнергетике; основы физического и математического моделирования тепло-и массообменных процессов **Уметь:** проводить анализ совершенства теплотехнических процессов **Владеть:** методиками расчета тепловых и материальных балансов, осуществлять поверочные и тепловые расчеты теплотехнического оборудования.
Профессиональные			
1	ПК-10	Готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов	В результате освоения дисциплины обучающийся должен **Знать:** основные характеристики тепловых и массовых потоков теплоносителей; основные уравнения для определению тепловой мощности, влияние факторов на характер тепло- и массообмена, способы интенсификации тепло-и массобмена; основные показатели работы теплообменных аппаратов. **Уметь:** производить расчеты различных видов теплообмена и массообмена; производить тепловые расчеты различных режимов нагрева и охлаждения с учетом условий их осуществления; производить расчеты характеристик работы теплообменного оборудования **Владеть:** навыками определения совершенства реальных технологических процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Высшая математика
2	Химия
3	Физика
4	Начертательная геометрия и инженерная графика
5	Техническая механика
6	Материаловедение и технология конструкционных материалов теплотехнологического оборудования
7	Техническая термодинамика
8	Гидрогазодинамика

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математическое моделирование в теплоэнергетике
2	Тепломассобменное оборудование предприятий
3	Котельные установки и парогенераторы
4	Источники и системы теплоснабжения предприятий и жилищно-коммунального хозяйства
5	Энергосбережение в системах теплоснабжения и объектах жилищно-коммунального хозяйства
6	Энергетический комплекс промышленных предприятий
7	Основы конструирования теплотехнического оборудования
8	Теоретические основы работы энергосиловых установок
9	Промышленные тепловые электрические станции

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зач. единиц, 288 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	288	288
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	119	119
лекции	51	51
лабораторные	17	17
практические	51	51

Самостоятельная работа студентов, в том числе:	169	169
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Другие виды самостоятельной работы	97	97
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36(экзамен)	36(экзамен)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование разлела (краткое содержание)	Объем па тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Предмет и метод тепломассообмена				
	Тепломассообмен как теоретическая база специальных теплотехнических дисциплин. Основные определения тепломассобмена. Температурное поле. Законы сохранения. Стационарные и нестационарные процессы.	3	3		11
2	Основы теории теплопроводности				
	Закон Фурье переноса теплоты теплопроводностью. Диф. уравнение теплопропроводности. Граничные условия четырех родов. Начальные условия. Числа Фурье и Прандтля. Теплопроводность через плоскую и цилиндрическую стенки (однослойную и многослойную). Нестационарная теплопроводность пластины при граничных условиях первого и третьего рода. Анализ решения в предельных случаях малых и больших чисел Био и Фурье. Графоаналитический и численный методы решения нестационарных задач теплопроводности.	8	8	7	14
3.	Основы теории конвективного теплообмена				
	Понятие о конвективном теплообмене. Конвективная теплоотдача. Понятие о тепловом пограничном слое. Теплообмен при ламинарном и турбулентном режимах. Конвективный перенос теплоты. Турбулентный пограничный слой: профили скорости и	8	8	2	14

	температуры, законы сопротивления и теплообмена. Турбулентная теплопроводность и вязкость. Теория подобия. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя Теплоотдача свободном движении теплоносителя Теплоотдача при изменении агрегатного состояния				
4.	Теплообмен излучением				
	Особенности переноса энергии излучением. Монохроматическое и интегральное излучение. Интенсивность излучения. Плотность потока излучения. Собственное излучение тел. Законы излучения черного тела. Серые тела. Диффузное излучение. Закон Ламберта. ЗаконКирхгофа. Перенос излучения в ослабляющей среде. Оптическая толщина слоя. Эффективная длина луча. Селективное излучение и поглощение. Излучение, поглощение и рассеивание в газах и парах. Локальный и средний коэффициент поглощения.	8	8	4	14
5.	Теплопередача				
	Теплопередача через плоскую однослойную стенку. Теплопередача через плоскую многослойную стенку Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку. Конструктивные способы изменения интенсивности теплопередачи. Критический толщина тепловой изоляции. Теплопередача через оребренную стенку.	8	8	2	14
6.	Основы расчета теплообменных аппаратов				
	Типы теплообменных аппаратов. Тепловой расчет рекуперативного теплообменника	8	8	2	16
7.	Совместные процессы тепло- и массообмена				
	Основные положения и законы массообмена Общие сведения. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена. Аналогия процессов тепло и массообмена	8	8		14
	ВСЕГО	51	51	17	97

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №4				
1	Предмет и метод тепломассообмена	Температурные поля. Температурные градиенты	3	3
2	Основы теории теплопроводности	Теплопроводность через плоскую стенку Теплопроводность через илиндрическую стенку Нестационарная теплопроводность	8	8
3	Основы теории конвективного теплообмена	Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя Теплоотдача свободном движении теплоносителя	8	8
4	Теплообмен излучением	Теплообмен излучением между твердыми телами. Теплообмен излучением между газом и поверхностью твердого тела.	8	8
5	Теплопередача	Теплопередача через плоскую стенку. Теплопередача через цилиндрическую стенку.	8	8
6	Основы расчета теплообменных аппаратов	Тепловой расчет рекуперативного теплообменника	8	8
7	Совместные процессы тепло- и массообмена	Тепло- и массообмен при сушке	8	8
		ИТОГО:	51	51
			ВСЕГО:	102

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр №4				
1	Основы теории теплопроводности	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов методом плоского слоя.	2	3
2	Основы теории теплопроводности	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов методом пучка труб.	2	3
3	Основы теории теплопроводности	Определение коэффициента теплопроводности и температуропроводности методом регулярного режима нестационарной	3	3

		теплопроводности.		
4	Основы теории конвективного теплообмена	Теплоотдача горизонтальной трубы при свободном движении воздуха.	2	3
5	Теплопередача	Теплопередача от пара к воздуху на вертикальной пластине.	2	3
6	Основы расчета теплообменных аппаратов	Теплопередача в теплообменнике типа "труба в трубе".	2	3
7	Основы теплового излучения	Математическое моделирование радиационно-кондуктивного теплообмена	4	3
		ИТОГО:	17	21
			ВСЕГО:	38

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Предмет и метод тепломассообмена	– Основные определения тепломассобмена.. – Температурное поле – Законы сохранения.. – Стационарные и нестационарные процессы.
2	Основы теории теплопроводности	– Закон Фурье переноса теплоты теплопроводностью. – Диф. уравнение теплопропроводности. – Граничные условия четырех родов. Начальные условия. Числа Фурье и Прандтля. – Теплопроводность через плоскую стенку (однослойную и многослойную). – Теплопроводность через цилиндрическую стенку (однослойную и многослойную). – Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку. – Нестационарная теплопроводность пластины при граничных условиях первого и третьего рода – . Анализ решения в предельных случаях малых и больших чисел Био и Фурье – Графоаналитический и численный методы решения нестационарных задач теплопроводности.

3	Основы теории конвективного теплообмена	- о конвективном теплообмене - Конвективная теплоотдача. - Понятие о тепловом пограничном слое. - Теплообмен при ламинарном и турбулентном режимах. - Конвективный перенос теплоты - Уравнения энергии, движения и неразрывности потока. - Граничные условия. – Турбулентный пограничный слой: профили скорости и температуры, – законы сопротивления и теплообмена. – Турбулентная теплопроводность и вязкость. – Число Прандтля. - Числа подобия при конвективной теплоотдаче: Нуссельта, Пекле, Прандтля, Рейнольдса - Условия теплового подобия - Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме и в ограниченном пространстве. -Теплоотдача при вынужденном течении жидкости в трубах. Режимы течения. - Влияние шероховатости и изгиба труб на теплоотдач - Теплоотдача при поперечном обтекании труб и пучков труб. Режимы течения. - Явления отрыва пограничного слоя. - Теплоотдача при ламинарном, смешанном и турбулентом режимах течения в пучках труб - Теплообмен в псевдоожиженном слое - Теплообмен при фазовых превращениях. при конденсации пара. -Кипение в большом объеме. - Пузырьковый и пленочный режимы.
5	Законы теплового излучения	-Особенности переноса энергии излучением. - Монохроматическое и интегральное излучение. - Интенсивность излучения. Плотность потока излучения. Собственное излучение тел Законы излучения черного тела. Серые тела. -Диффузное излучение. Закон Ламберта. ЗаконКирхгофа. Перенос излучения в ослабляющей среде. Оптическая толщина слоя. Эффективная длина луча. Селективное излучение и поглощение. Излучение, поглощение и рассеивание в газах и парах. Локальный и средний коэффициент поглощения.
5	Теплопередача	-Теплопередача через плоскую однослойную стенку. -Теплопередача через плоскую многослойную стенку -Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку. -Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку. -Конструктивные способы изменения интенсивности теплопередачи. -Критический толщина тепловой изоляции. -Теплопередача через оребренную стенку.
6	Основы расчета теплообменных аппаратов	-Типы теплообменных аппаратов. – Тепловой расчет рекуперативного теплообменника.
7	Совместные процессы	-Основные положения и законы массообмена

	тепло- и массообмена	-Общие сведения. -Дифференциальное уравнение конвективного массообмена. – Аналогия процессов тепло и массообмена

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Учебным планом предусмотрена курсовая работа.

Цель выполнения курсовой работы: расширить, систематизировать и закрепить теоретический курс, привить студентам навыки самостоятельной работы.

Тема курсовой работы: Тепловой расчет кожухотрубчатого теплообменника

Цель курсовой работы: изучение студентами методик и приобретение навыков теплового расчета технологического оборудования.

Структура и требования к оформлению работы. Курсовая работа включает расчетно-пояснительную записку.

Расчетно-пояснительная записка оформляется на листах формата А4 (с одной стороны листа) объемом 25-30 страниц. В курсовой работе необходимо рассчитать тепловой баланс теплообменника по заданной тепловой мощности, определить его поверхность нагрева и обосновать выбор конструкции стандартного теплообменника.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

– сведения о студенте, выполняющем работу: фамилия, инициалы, группа;

– задание на выполнение курсовой работы, подписанное студентом и преподавателем;

– определение тепловой нагрузки аппарата;

– определение расходов и температур теплоносителей;

– расчет температурного режима теплообменника;

– выбор теплофизических характеристик теплоносителей;

– ориентировочный расчет площади поверхности аппарата;

– выбор конструкции аппарата и материалов для его изготовления;

– приближенный расчет коэффициентов теплоотдачи и коэффициента теплопередачи;

– уточненный расчет коэффициентов теплоотдачи;

– окончательный выбор теплообменного аппарата

– выводы и заключение.

В записке даются краткие указания, обоснования и соответствующие пояснения по выбираемым величинам, помещаются сводные таблицы данных расчета.

Отметка о допуске работы к защите получается при предъявлении преподавателю оформленной расчетно-пояснительной записки.

Защита работы происходит в форме беседы с преподавателем, в ходе которой проверяется знание студентом назначения и методики выполненных расчетов, способность анализировать результаты, полученные в ходе расчетов.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Учебным планом не предусмотрено

5.4. Перечень контрольных работ.

– учебным планом не предусмотрены

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

Основная литература

1. А. П. Баскаков [и др.] Теплотехника : учеб. для студентов вузов / А. П. Баскаков [и др.] ; ред. А. П. Баскаков. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : БАСТЕТ, 2010. - 328 с.
2. Губарева, В. В. Проектирование трубчатых рекуперативных теплообменных аппаратов : учеб. пособие для студентов направления бакалавриата 140100 - Теплоэнергетика и теплотехника профилей подгот. "Энергетика теплотехнологии" и "Энергообеспечение предприятий" / В. В. Губарева ; БГТУ им. В. Г. Шухова, Белгор. инженерно-экон. ин-т. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. - 60 с. : Э.Р. N 2272
3. Круглов, Г. А. Теплотехника : учеб. пособие для студентов вузов / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2012. - 208 с.
4. Михеев, М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев, И. М. Михеева. - 3-е изд., репр. - Москва : БАСТЕТ, 2010. - 344 с.
5. Примеры и задачи по тепломассообмену : учеб. пособие для студентов вузов / В. С. Логинов [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011. - 256 с
6. Цветков Ф.Ф. ., Григорьев В.А. Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МЭИ, 2006. – 550 с.
7. Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Тепломассообмен: учеб. пособие для студентов вузов; Изд-во Лань, 2008.
   2https://e.lanbook.com/book/3900#authors012
8. З.Х., Посохин В.Н., Чефанов В.М. Основы гидравлики и теплотехники: учеб. пособие для студентов вузов; Изд-во Лань, 2014.
   https://e.lanbook.com/book/39146#authors

Дополнительная литература

1. Ерофеев В.Л., Семенов П.Д., Пряхин А.С. Теплотехника: Учебник для вузов. /Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.Л. Ерофеева. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 456 с.

Телегин А.С., Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г. Тепломассоперенос:
Учебник для вузов. /Под редакцией Ю.Г. Ярошенко. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 455 с.

2. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учеб. для вузов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.
3. Луканин В.Н., Шатров М.Г., Камфер Г.М. и др Теплотехника: Учеб. для вузов. /В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др.: Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2003. – 671с.
4. Назмеев, Ю. Г. Теплообменные аппараты ТЭС : учеб. пособие / Ю. Г. Назмеев, В. М. Лавыгин. - 2-е изд., перераб. - Москва : МЭИ, 2002
5. Прибытков, И. А. Теоретические основы теплотехники : учебник / И. А. Прибытков, И. А. Левицкий. - Москва : ACADEMA, 2004.
6. Логинов В.С., Крайнов А. В., Юхнов В.Е., Феоктистов Д. В.
7. Примеры и задачи по тепло-массообмену: учеб. пособие для студентов вузов; Изд-во Лань, 2011.

https://e.lanbook.com/book/1553?category_pk=933#book_name
8. Белкин П.Н. Теплофизика [Электронный ресурс]: сбор-ник задач/ Белкин П.Н.— Электронные текстовые данные. учеб. пособие для студентов вузов; Изд-во Саратов: Вузовское образование, 2013.
http://www.iprbookshop.ru/18392.— ЭБС «IPRbooks»
9. А.В. Гдалев.[и др.] Теплотех-ника.— Электрон.текстовые данные: Изд-во Научная книга, 2012.
http://www.iprbookshop.ru/6350.— ЭБС «IPRbooks»

Справочная и нормативная литература

1. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник /Под общей редакцией А.В. Клименко и В.М. Зорина. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 564 с. – (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 2).

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

Практические занятия – аудитория, оснащенная письменными столами, стульями, классной доской (для рисования мелом или маркером).

Лабораторные занятия – Специализированная лаборатория тепломассообмена №407:

Установка по определению теплопроводности материалов

- методом трубы;
- методом плоского слоя.

Установка для определения коэффициента теплоотдачи при естественной конвекции.

Установка для определения коэффициента теплопередачи от пара к воздуху через вертикальную пластину.

Теплообменник типа «труба в трубе».

Выпарная установка для составления теплового баланса.

Компьютерный класс №423

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2016 2017 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «26» 05 2016г.

Заведующий кафедрой _____(В.П. Кожевников)
подпись, ФИО

Директор института _____(А.В. Белоусов)
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «25» 05 2017.

Заведующий кафедрой _____ (В.П. Кожевников)
подпись, ФИО

Директор института _____ (А.В. Белоусов)
подпись, ФИО

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы с изменениями и дополнениями по п.6

Рабочая программа с изменениями, дополнениями утверждена на 2018/2019 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «24» 05 2018г.

Заведующий кафедрой _____ В.П. Кожевников

Директор института _____ ***А.В. Белоусов***

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Баскаков А. П.[и др.] Теплотехника : учеб. для студентов вузов / А. П. Баскаков [и др.] ; ред. А. П. Баскаков. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : БАСТЕТ, 2010. - 328 с.
2. Барилович В. А. Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообмена : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / В. А. Барилович, Ю. А. Смирнов. - Москва: Юрайт, 2018.
3. Губарева, В. В. Проектирование трубчатых рекуперативных теплообменных аппаратов : учеб. пособие для студентов направления бакалавриата 140100 - Теплоэнергетика и теплотехника профилей подгот. "Энергетика теплотехнологии" и "Энергообеспечение предприятий" / В. В. Губарева; БГТУ им. В. Г. Шухова, Белгор. инженерно-экон. ин-т. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2014. - 60 с. : Э.Р. N 2272
4. Ерофеев, В. Л. Теплотехника : учебник для бакалавриата и магистратуры, для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям. Т.1. Термодинамика и теория теплообмена / В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин, П. Д. Семенов. - Москва: Юрайт, 2017. - 307 с.
5. Круглов, Г. А. Теплотехника : учеб. пособие для студентов вузов / Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2012. - 208 с.
6. Кудинов, А. А. Тепломассообмен : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. А. Кудинов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 374 с.
7. Михеев, М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев, И. М. Михеева. - 3-е изд., репр. - Москва : БАСТЕТ, 2010. - 344 с.
8. Примеры и задачи по тепломассообмену : учеб. пособие для студентов вузов / В. С. Логинов [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2011. - 256 с

9. Теплотехника. Практикум: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры, для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям / ред.: В. Л. Ерофеев, А. С. Пряхин. - Москва: Юрайт, 2017. - 392 с.
10. Цветков Ф.Ф. ., Григорьев В.А. Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов. М.: Изд-во МЭИ, 2006. – 550 с.

11. Круглов Г.А., Булгакова Р.И., Круглова Е.С. Тепломассообмен: учеб. пособие для студентов вузов; Изд-во Лань, 2008.
2https://e.lanbook.com/book/3900#authors012
12. З.Х., Посохин В.Н., Чефанов В.М. Основы гидравлики и теплотехники: учеб. пособие для студентов вузов; Изд-во Лань, 2014.
https://e.lanbook.com/book/39146#authors

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Ерофеев В.Л., Семенов П.Д., Пряхин А.С. Теплотехника: Учебник для вузов. /Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.Л. Ерофеева. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 456 с.
2. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: Учеб. для вузов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 416 с.
3. Логинов В.С., Крайнов А. В., Юхнов В.Е., Феоктистов Д. В.
4. Примеры и задачи по тепло-массообмену: учеб. пособие для студентов вузов; Изд-во Лань, 2011.
5. Луканин В.Н., Шатров М.Г., Камфер Г.М. и др Теплотехника: Учеб. для вузов. /В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер и др.: Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2003. – 671с.
6. Назмеев, Ю. Г. Теплообменные аппараты ТЭС : учеб. пособие / Ю. Г. Назмеев, В. М. Лавыгин. - 2-е изд., перераб. - Москва : МЭИ, 2002
7. Прибытков, И. А. Теоретические основы теплотехники : учебник / И. А. Прибытков, И. А. Левицкий. - Москва : ACADEMA, 2004.
8. Телегин А.С., Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г. Тепломассоперенос: Учебник для вузов. /Под редакцией Ю.Г. Ярошенко. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 455 с.
https://e.lanbook.com/book/1553?category_pk=933#book_name
9. Белкин П.Н. Теплофизика [Электронный ресурс]: сбор-ник задач/ Белкин П.Н.— Электронные текстовые данные. учеб. пособие для студентов вузов; Изд-во Саратов: Вузовское образование, 2013.
http://www.iprbookshop.ru/18392.— ЭБС «IPRbooks»
10. А.В. Гдалев.[и др.] Теплотехника.— Электрон.текстовые данные: Изд-во Научная книга, 2012.
http://www.iprbookshop.ru/6350.— ЭБС «IPRbooks»

ПРИЛОЖЕНИЯ

Цель учебной дисциплины состоит в подготовке бакалавров в области энергетики технологических процессов, способных находить научно обоснованные оптимальные технические решения инженерных задач повышения теплоэнергетической эффективности оборудования, использования энергетических ресурсов, создания экологически безвредных и безотходных технологий сжигания топлива и повышения коэффициента полезного действия установок.

Изучение дисциплины предполагает решение ряда сложных задач, что дает возможность студентам:

- сформировать представление об анализе эффективности теплотехнических процессов и формах его достижения;
- выработать системный подход к анализу состояния и направлений развития современных теплотехнологических производств;
- изучить узкие места в теплотехнических процессах и методы их устранения;
- сформировать представления о месте эффективности в современном производстве;

Занятия проводятся в виде лекций лабораторных и практических занятий. Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов, решений задач и проведения письменных работ. Формой итогового контроля является сдача курсовой работы и экзамен.

Распределение материала дисциплины по темам и требования к ее освоению содержатся в Рабочей программе дисциплины, которая определяет содержание и особенности изучения курса.

6.1. Методические указания студентам по самостоятельному изучению дисциплины «Тепломассообмен»

Самостоятельная работа является главным условием успешного освоения изучаемой учебной дисциплины и формирования высокого профессионализма будущих специалистов – инженеров-энергетиков в области теплотехнологии.

Исходный этап изучения курса «Теплотехника» предполагает ознакомление с *Рабочей программой*, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в планах и заданиях к практическим занятиям, а также методических указаниях для студентов заочного обучения.

В учебниках и учебных пособиях, представленных в списке рекомендуемой литературы, содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные *термины и понятия*, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Для более глубокого изучения проблем курса при подготовке курсовой работы необходимо ознакомиться с публикациями в периодических энергетических изданиях и статистическими материалами. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

Изучение каждой темы следует завершать выполнением практических заданий, решением задач, содержащихся в соответствующих разделах учебников и методических пособий по изучаемому курсу. Для обеспечения систематического контроля над процессом усвоения тем курса следует пользоваться перечнем контрольных вопросов для проверки знаний по дисциплине, содержащихся в планах и заданиях к практическим занятиям и методическим указаниях для студентов заочного отделения. Если при ответах на сформулированные в перечне вопросы возникнут затруднения, необходимо очередной раз вернуться к изучению соответствующей темы, либо обратиться за консультацией к преподавателю.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.

6.2. Содержание разделов дисциплины

1. **Введение.**
   Тепломассообмен как теоретическая база специальных теплотехнических дисциплин. Основные определения тепломассобмена. Температурное поле. Законы сохранения. Стационарные и нестационарные процессы. [2] С.3,245, [6] С. 5-6

2. **Основы теории теплопроводности.**
   Закон Фурье переноса теплоты теплопроводностью. Дифференциальное уравнение теплопропроводности. Граничные условия четырех родов. Начальные условия. Числа Фурье и Прандтля. Теплопроводность через плоскую и цилиндрическую стенки (однослойную и многослойную). Нестационарная теплопроводность. Графоаналитический и численный методы решения нестационарных задач теплопроводности. [2] С.245-256, [6] С. 7-138

3. **Основы теории конвективного теплообмена.**
   Конвективный перенос теплоты. Тепловом пограничный слой. Теплообмен при ламинарном и турбулентном режимах движения теплоносителя. Турбулентный пограничный слой: профили скорости и температуры, законы сопротивления и теплообмена. Турбулентная теплопроводность и вязкость. Теория подобия при конвективном теплообмене. Теплоотдача при вынужденном движении теплоносителя. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя.
   Теплоотдача при изменении агрегатного состояния теплоносителя. [2] С. 311-391, [6] С. 140-220

4. **Теплообмен излучением.**
   Особенности переноса энергии излучением. Монохроматическое и интегральное излучение. Интенсивность излучения. Плотность потока излучения. Собственное излучение тел. Законы излучения черного тела. Серые тела. Диффузное излучение. Закон Ламберта. Закон Кирхгофа. Перенос излучения в ослабляющей среде. Оптическая толщина слоя. Эффективная длина луча. Селективное излучение и поглощение. Излучение, поглощение и рассеивание в газах и парах. Локальный и средний коэффициент поглощения. [2] С. 392-410, [6] С. 234-247

5. **Теплопередача.**
   Теплопередача через плоскую однослойную стенку.Теплопередача через плоскую многослойную стенку. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку. Конструктивные пособы изменения интенсивности теплопередачи. Критический толщина тепловой изоляции.Теплопередача через оребренную стенку. [2] С. 256-259.,[6] С. 251-271

6. **Основы расчета теплообменных аппаратов.**
   Типы теплообменных аппаратов. Тепловой расчет рекуперативного теплообменника.

   [2] С. 410-417, [6] С. 272-311

7. **Совместные процессы тепло- и массообмена.**
   Основные положения и законы массообмена. Общие сведения. Дифференциальное уравнение конвективного массообмена. Аналогия процессов тепло и массообмена [6] С. 338-353

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019 /20 учебный год.

Протокол № 12 заседания кафедры от «_13__» июня 2019 г.

Зам. заведующего кафедрой _____ Ю.В. Васильченко

Директор института _____ А.В. Белоусов

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «17» июня 2020 г.

Заведующий кафедрой _____ Васильченко Ю. В.

Директор института _____ Белоусов А.В.

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022учебный год.

Протокол № 9 заседания кафедры от «28» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой _____Васильченко Ю. В.

Директор института _____Белоусов А.В.