

УТВЕРЖДАЮ
Директор ЭНИН


В.М. Завьялов

«24» 02 2016 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОМАССОБМЕННЫХ
ПРОЦЕССОВ

Направление ООП: 03.04.02 Физика

Профиль подготовки: Производство, транспорт и хранение сжиженного природного газа

Квалификация (степень): магистр

Базовый учебный план приема 2016 г.

Курс 1; Семестр 2

Количество кредитов: 3

Код дисциплины ДИСЦ.Б.МЗ

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по очной форме обучения
Лекции, ч.	8
Практические занятия, ч	
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	32
Самостоятельная работа, ч	76
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации: Экзамен, диф. зачет во 2 семестре.

Обеспечивающее подразделение: «Кафедра теоретической и промышленной теплотехники»

Заведующий кафедрой


Г.В. Кузнецов

Руководитель ООП.


А.М. Лидер

Преподаватель:


В.И. Максимов

2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

В результате освоения данной дисциплины магистр приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение Ц1, Ц3 и Ц6 основной образовательной программы «Физика».

Дисциплина нацелена на подготовку магистра к:

- расчетно-проектной и проектно-конструкторской деятельности в области создания теплообменного оборудования с использованием современных технологий высокоэффективного преобразования тепловой энергии в другие виды;
- научно-исследовательской деятельности связанной с выбором, оптимизацией и разработкой высокоэффективных методов и теплообменного оборудования для преобразования теплоты в другие виды энергии;
- Подготовка выпускника к самостоятельному обучению и освоению новых профессиональных знаний и умений, непрерывному профессиональному самосовершенствованию в области применения теплообменного оборудования.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физико-химические основы теплообменных процессов» входит в модуль общепрофессиональных дисциплин ООП по направлению 03.04.02 «Физика».

Дисциплине «Физико-химические основы теплообменных процессов» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Современные проблемы физики
- Компьютерные технологии в науке и образовании;
- Компьютерное моделирование физических явлений;
- Теория и свойства кристаллов и неупорядоченных материалов;

Содержание разделов дисциплины «Физико-химические основы теплообменных процессов» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- Специальный физический практикум;
- Физика взаимодействия.

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

В результате освоения дисциплины «Физико-химические основы тепломассообменных процессов» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица №1

Результаты обучения (компетенции из ФГОС)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р2 (ОК-5,7,10; ПК- 1-4,6,7,9)	3.2.1.	порядок использования справочно-информационных изданий и сайтов по фундаментальным исследованиям в области физики конденсированного состояния и научной аппаратуре;	У.2.1.	осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследований и разработок и вести нормативные и методические документы при проведении научно-исследовательских и лабораторных работ;	В.2.1.	методами исследований механических, электрических, магнитных и тепловых свойств твердых тел, а также умением модернизировать и создавать новые приборы и устройства;
	3.2.2.	специальную литературу и научно-техническую информацию, научные достижения в области профессиональной деятельности, проблемы и предполагаемые методы решения;	У.2.2.	самостоятельно и квалифицировать эксплуатировать современное лабораторное и аналитическое оборудование и прибору по профессиональному направлению исследований.	В.2.2.	методами проведения патентного поиска, описанием проводимых исследований, подготовке данных для составления обзоров и отчетов и другой документации.
Р6 (ОК-5,7,10; ПК- 1-4,6,7,9)	3.6.1.	методы проведения аналитических и имитационных исследований с применением современных достижений науки и техники;	У.6.1.	критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные;	В.6.1.	на уровне эксперта экспериментально технико-проектной документацией, существующих наукоемких методик изготовления изделий для успешной конкуренции на рынке идей и технологий;
	3.6.2.	правовые основы в области интеллектуальной собственности.	У.6.2.	планировать научный эксперимент.	В.6.2.	работать с результатами испытаний и обрабатывать экспериментальные результаты методами статистической и математической обработки экспериментальных данных.
Р7 (ОК-5,7,10; ПК- 1-4,6,7,9)	3.7.2	существующие установки (машины), предназначенные для данных целей	У. 7.2	. использовать основные законы естественно-научных и математических дисциплин в процессах в теплотехнических устройствах;	В. 7.2	составления схем установок; эксплуатация и испытания холодильных машин на лабораторных стендах и объектах промышленного комплекса

	3.7.3	основные законы естественно-научных и математических дисциплин;	У.7.3	выявлять достоинства и недостатки известных технических решений, находить пути устранения недостатков;	В.7.3	оценки конкурентных преимуществ инженерных решений;
Р8 (ОК-5,7,10; ПК- 1-4,6,7,9)	3.8.2	основные теплофизические процессы, протекающие в энергетических машинах и аппаратах;	У.8.2	обрабатывать результаты экспериментальных исследований;	В. 8.2	навыками работы с экспериментальным оборудованием и исследовательскими приборами;
	3.8.3	методики обработки результатов экспериментальных исследований.	У. 8.3	проводить стандартные испытания по определению теплофизических, термодинамических и теплотехнических свойств различных сред.	В. 8.3	навыками применения стандартных и оригинальных методик для определения теплофизических, термодинамических и теплотехнических свойств различных сред, участвующих в рабочих процессах в теплотехнических устройствах.
Р9 (ОК-5,7,10; ПК- 1-4,6,7,9)	3.8.2	способы и методы формирования у студентов способности применять общие методы к решению нестандартных проблем к профессиональной области;	У.8.2	планировать на высоком профессиональном уровне и самостоятельно проводить эффективную научную работу, а также критически оценивать ее результаты;	В. 8.2	подготовкой к реализации научной работы и научных проектов различного уровня проектных систем федерального уровня, а также международных грантов;
	3.8.3	основные принципы работы в команде и методы работы многопрофильной группе специалистов	У. 8.3	представлять итоги выполненной работы в виде докладов, научных публикаций с использованием современных возможностей информационных технологий и ораторского искусства, а также добиваться их признания профессионалами.	В. 8.3	методами и способами организации научно-исследовательских работ, управления научным коллективом, обусловленными способностями проявлять инициативу и личную ответственность, самостоятельность, готовность к разрешению сложных, конфликтных и непредсказуемых ситуаций.

Планируемые результаты освоения дисциплины «Физико-химические основы теплообменных процессов»

Таблица № 2

№	Результат
РД 1	Знать современные тенденции развития и достижения науки и передовой технологии в области физики, химии и математики.
РД2	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение семестра по теплообменным системам.
РД3	Знать актуальные задачи проблемы физики.

РД4	Знать оригинальные методы проектирования систем и источников энергоснабжения для реализации конкурентоспособных инженерных проектов.
РД5	Знать ГОСТы, стандарты и нормативные материалы, регламентирующие расчеты тепломассообменных процессов.
РД6	Уметь решать комплексные проблемы на основе методов математической физики и методик в физико-химических расчетах с целью достижения определенного результата.
РД7	Уметь применять глубокие знания в области современных компьютерных технологий для постановки и решения задач инженерного анализа, связанных с созданием тепломассообменного оборудования.
РД8	Уметь разрабатывать и планировать режимы работы теплотехнических систем. Проектировать и проводить физико-химические расчеты тепломассообменных систем.
РД9	Уметь использовать специальную справочную, нормативную, техническую и научную литературу. Использовать современные достижения науки и передовой технологии для повышения эффективности тепломассообменных систем.

4 Структура и содержание дисциплины

Раздел 1. Основные понятия и определения физико-химических основ тепло- и массообменных процессов в энергетическом оборудовании.

Лекционные занятия:

Основные понятия и определения. Физические и химические основы некоторых тепловых процессов протекающих в тепломассообменном оборудовании.

Дифференциальное уравнение теплопроводности с тепловым источником. Некоторые химические реакции, протекающие в теплотехническом оборудовании.

Лабораторные занятия: Изучение основ тепломассообменных процессов.

Самостоятельная работа студентов: Самостоятельно студенты расширяют и углубляют знания, получаемые на лекционных и лабораторных занятиях с использованием дополнительной литературы.

Раздел 2. Процессы диффузии

Лекционные занятия:

Определение диффузии. Виды диффузии. Дифференциальное уравнение диффузии. Примеры молекулярной диффузии. Примеры термодиффузии диффузии. Примеры бародиффузии диффузии.

Лабораторные занятия: Расчет коэффициентов диффузии. Расчет коэффициентов теплопроводности и вязкости различных газов.

Самостоятельная работа студентов: Самостоятельно студенты расширяют и углубляют знания, получаемые на лекционных и практических занятиях с использованием дополнительной литературы.

Раздел 3. Основы процессов прогрева и термического разложения топлива

Лекционные занятия: Виды топлив используемых в теплоэнергетике и промышленности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Физические основы процесса нагрева топливных частиц в трактах котельных установок. Понятия времени прогрева частицы. Физические и химические основы термического разложения. Понятие летучих. Какие газы выделяются при пиролизе топлива. Роль летучих процессах горения топливных частиц.

Лабораторные занятия: Расчет температуры прогрева частиц различных углей. Расчет времени прогрева топливных частиц. Расчет времени процесса термического разложения и количества выхода летучих. Расчет времени индукции газовых смесей.

Самостоятельная работа студентов: Самостоятельно студенты расширяют и углубляют знания, получаемые на лекционных и практических занятиях с использованием дополнительной литературы.

Раздел 4. Кинетика горения газовых смесей

Лекционные занятия: Общие понятия химической кинетики. Понятия числа столкновения для бимолекулярных реакций. Понятие энергии активации. Понятие стерического коэффициента. Понятие адиабатического теплового воспламенения. Тепловой баланс для реагирующей смеси. Дифференциальные уравнения, описывающие процесс воспламенения. Понятие времени индукции. Понятие «*точки перегиба температуры*». Температура воспламенения. Тепловое воспламенение с учетом теплообмена. Понятие критического критерия теплообмена. Соотношение периодов индукции. Некоторые понятия о цепных реакциях.

Лабораторные занятия: Исследование термодинамического сжатия воздуха в компрессоре. Определение степени черноты вольфрамовой проволоки. Определение параметров вынужденного движения жидкости по трубам.

Самостоятельная работа студентов: Самостоятельно студенты расширяют и углубляют знания, получаемые на лекционных и практических занятиях с использованием дополнительной литературы.

Раздел 5. Горение углерода

Лабораторные занятия: Расчет области горения углерода. Расчет времени выгорания угольных частиц. Связь энергии активации и предэкспоненциального множителя. Связь энергий активации для различных реакций. Расчеты области горения углеродистых частиц. Особенности горения высокообводненных топлив.

Самостоятельная работа студентов: Самостоятельно студенты расширяют и углубляют знания, получаемые на лекционных и практических занятиях с использованием дополнительной литературы.

5. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

5.1 Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС, направленная на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений, содержит следующие виды работ:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- выполнение домашних заданий;
- опережающая самостоятельная работа;
- подготовка к контрольным работам, практическим занятиям и экзамену.

5.2 Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине включает:

Темы индивидуальных заданий:

- Диффузия газов. Основные понятия. Дифференциальные зависимости.
- Прогрев и пиролиз топлива.
- Горение газовых смесей тепловое воспламенение.
- Горение твердого топлива. Практическая теория горения.
- Процессы испарения влаги.

Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- Коэффициенты диффузии различных смесей.
- Энергии активации для различных газов.
- Состав летучих разных углей.
- Энергия активации углей различных марок.
- Темы домашних заданий:
- Расчет коэффициентов диффузии
- Расчет времени прогрева и выхода летучих.
- Расчет периодов индукции для различных газов.
- Расчет времени выгорания топлива. Расчет времени влагоудаления.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа (ТСР) включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- анализ статистических и фактических материалов по заданной теме;

- исследовательская работа.
- исследование диффузии при различных режимах течения внешней среды;
определение необходимых условий воспламенения различных топлив в различных условиях.

5.3 Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

- Самоконтроль организуется посредством рейтинг-плана освоения дисциплины.
- Контроль со стороны преподавателя ведется путем проведения защит индивидуальных заданий и докладов, контрольных опросов на лекционных занятиях.

6. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Выполнение и защита лабораторных работ	РД 2, РД 4
Контрольные вопросы, выдаваемые при проведении практических занятий	РД 1, РД 2, РД 4
Вопросы тестирования	РД 1, РД 2, РД 4, РД 3, РД 5
Защита курсового проекта	РД 1, РД 2, РД 4
Итоговая аттестация (экзамен)	РД 1, РД 2, РД 4, РД 3, РД 5

Для оценки качества освоения дисциплины в ходе текущей при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства:

- опросом студентов на практических занятиях, решением задач;
- выполнением и защитой домашнего задания согласно рейтинг-плана;

– ежемесячной аттестацией студентов по результатам посещения лекционных и практических занятий, опроса на практических занятиях, выполнения домашнего задания.

По дисциплине составлен рейтинг–план в соответствии с которым результаты текущей аттестации подаются в учебную часть ЭНИН.

7 Рейтинг качества освоения модуля (дисциплины)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета».

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);

- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсового проекта (работы)»:

- текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 22 баллов);

- промежуточная аттестация (защита проекта (работы)) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), по результатам защиты студент должен набрать не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг выполнения курсового проекта (работы) определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

8 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Архипов, Владимир Афанасьевич. Физико-химические основы процессов теплообмена [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. А. Архипов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИН), Кафедра автоматизации теплоэнергетических процессов (АТП). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.0 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2015.

2. Замалеев, Зуфар Харисович. Основы гидравлики и теплотехники : учебное пособие / З. Х. Замалеев, В. Н. Посохин, В. М. Чефанов. — Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 352 с.: ил. — Учебники для вузов. Специальная литература. — Библиогр.: с. 342-343. — ISBN 978-5-8114-1531-1.
3. Михатулин, Дмитрий Сергеевич. Тепломассообмен, термохимическое и термоэрозионное разрушение тепловой защиты / Д. С. Михатулин, Ю. В. Полежаев, Д. Л. Ревизников. — Москва: Янус-К, 2011. — 520 с.: ил. — Библиогр.: с. 517. — ISBN 978-5-8037-0522-2.
4. Мирам, Андрей Олегович. Техническая термодинамика. Тепломассообмен : учебник / А. О. Мирам, В. А. Павленко. — Москва: АСВ, 2011. — 348 с.: ил. — Библиогр.: с. 348. — ISBN 978-5-93093-841-8.

Дополнительная литература:

1. Цветков Ф.Ф., Григорьева Б.А. Тепломассообмен. Учебное пособие для вузов. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство МЭИ, 2009. - 550 с
2. Бойко Е.А. Котельные установки и парогенераторы Учебное пособие / Е. А. Бойко, И. С. Деринг, Т. И. Охорзина. Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2009. — 96 с.
3. Пашков Л.Т. Основы теории горения. Учебное пособие. - М.: МЭИ (ТУ), 2010. - 125 с
4. Портнов. В.В. Сушильные установки. Учебное пособие. Воронеж. Издательство ВГТУ. 2012 г. 109 с
5. Гиперзвуковая аэродинамика и тепломассообмен спускаемых космических аппаратов и планетных зондов / под ред. Г. А. Тирского. — Москва: Физматлит, 2011. — 546 с.

Internet-ресурсы:

1. <http://e-le.lcg.tpu.ru> – информационно-образовательная среда дистанционного обучения WebСТ.
2. <http://www.teploenergetika.info> – информационный портал посвященный теплоэнергетике;
3. <http://03-ts.ru> –
4. <http://elibrary.ru> – научно-электронная библиотека eLibrary.ru.
5. <http://techlibrary.ru/>
6. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-4/index.htm>
7. <http://tgv.khstu.ru/lib/learn/kniga.php>
8. http://ihtik.lib.ru/dreamhost_electrotehn_4janv2007.html
9. <http://library.khstu.ru/ruslan.php>
10. <http://ingenerov.net/tehnichka/printsip-raboty-turbokompressora.html>
11. <http://tw.t.mpei.ru/ochkov/WSPHB/>
12. <http://teplofizika.narod.ru/Sprawka.htm>
13. http://www.energsoft.info/new_knigi.html
14. <http://www.enek.ru/books.htm#vvsp>
15. <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Практические занятия и самостоятельная работа студентов обеспечены современной лабораторной базой и вычислительной техникой, позволяющей проводить исследования процессов на современном уровне в соответствии с требованиями ООП.

№	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, аудитории, количество установок
1.	Аудитории с оборудованием для проведения математического моделирования физико-химических процессов	48 ауд. – 4 к., 7 шт.
2.	Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием	47 ауд. – 4 к.
2.	Аудитории с оборудованием по основам термодинамики и теплообмена	27 ауд. – 4 к., 10 шт.
3.	Аудитории с оборудованием по основам гидравлики.	29 ауд. – 4 к., 3 стенда

Программа одобрена на заседании кафедры «Теоретической и промышленной теплотехники» (протокол № 7 от «05» 02 20 16 г.).

Авторы



Максимов В.И.



Сыродой С.В.

Рецензенты:



Захаревич А.В.

Нагорнова Т.А.