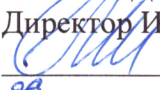


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШЭ

 А.С. Матвеев

«30» «06» 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2017 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

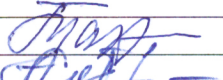
Математические методы для энергетических технологий

Направление подготовки/ специальность	13.03.03 Энергетическое машиностроение		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Энергетическое машиностроение		
Специализация	Эксплуатация и обслуживание оборудования газокомпрессорных станций		
Уровень образования	высшее образование – бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	2		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		16
	Практические занятия		–
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		32
Самостоятельная работа, ч		40	
ИТОГО, ч		72	

Вид промежуточной
аттестации

Зачет	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
-------	---------------------------------	----------------------

Заведующий кафедрой –
руководитель НОЦ И.Н.
Бутакова на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	А.С. Заворин
	Т.С. Тайлашева
	А.Н. Субботин

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ОПК(У)-2	Способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Р7	ОПК(У)-2.В24	Владеет навыками формирования начальных и граничных условий при решении инженерных задач
			ОПК(У)-2.У29	Умеет использовать методы инженерного анализа для решения комплексных инженерных задач
			ОПК(У)-2.332	Знает методы инженерного анализа и моделирования, в том числе с применением пакетов прикладных программ

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД1	Формировать начальные и граничные условия при решении инженерных задач.	ОПК(У)-2
РД2	Применять методы математического анализа при обработке результатов экспериментальных исследований с применением пакетов прикладных программ.	ОПК(У)-2
РД3	Использовать математические методы при проектировании энергетического оборудования, его автоматизации с применением прикладных программ.	ОПК(У)-2

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основные законы теплообмена. Математическая формулировка задачи о теплообмене и подобие физических явлений	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Теплопроводность и теплоотдача. Методы расчета	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 3. Численные расчеты теплообмена излучением. Конструктивные способы изменения интенсивности теплопередачи	РД1 РД2 РД3	Лекции	4
		Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10
Раздел 4. Методы расчетов	РД1	Лекции	4

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
теплообменных аппаратов	РДЗ	Практические занятия	–
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	10

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные законы теплообмена. Математическая формулировка задачи о теплообмене и подобие физических явлений

Краткие сведения из истории развития науки о теплообмене. Виды теплообмена. Законы Фурье и Фика. Коэффициенты теплопроводности, теплоотдачи, диффузии и массообмена. Формулы для теплового и массового потоков. Законы теплообмена излучением. Степень черноты тела, коэффициент излучения. Законы излучения Планка, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта.

Способы построения математических моделей. Использование фундаментальных законов природы, вариационных принципов. Применение аналогий при построении математических моделей. Иерархический подход к получению моделей. Примеры. Процесс (этапы) построения математических моделей. Примеры. Понятие натурального и вычислительного эксперимента.

Темы лекций:

1. Основные законы теплообмена.
2. Способы построения математических моделей

Названия лабораторных работ:

1. Проведение численного анализа с использованием пакета прикладных программ о влиянии вида теплообмена на процессы теплопередачи в теплообменнике.
2. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Получение разностных схем для дифференциальных уравнений с целью их использования в последующих разделах.

Раздел 2. Теплопроводность и теплоотдача. Методы расчета

Коэффициент теплопроводности и теплоизоляторы. Теплопроводность плоской стенки. Теплопередача через плоскую стенку (в том числе многослойную). Теплопроводность цилиндрической стенки. Теплопередача через цилиндрическую многослойную стенку. Контактное термическое сопротивление. Теплопроводность тел с внутренними источниками тепла. Теплопроводность плоской стенки при двумерном температурном поле. Аналитическое решение уравнения теплопроводности при нестационарном одномерном режиме теплообмена.

Физические основы процесса теплоотдачи в трубах и каналах. Аналитический метод расчета теплоотдачи в трубе. Результаты экспериментального исследования теплоотдачи в трубах и каналах. Теплоотдача при течении жидкости через криволинейные трубы и каналы. Теплоотдача в закрученных потоках. Теплоотдача при внешнем обтекании трубы. Теплопередача при кипении в условиях движения жидкости по трубам. Теплоотдача при конденсации. Особенности теплоотдачи при испарении.

Темы лекций:

1. Методы расчета теплопроводности и теплоотдача при стационарном режиме.
2. Аналитические методы расчета теплоотдачи в трубах и каналах.

Названия лабораторных работ:

1. Аналитические и численные расчеты теплообмена в трубах и каналах при разных условиях течения жидкости и при внешнем обтекании трубы.
2. Аналитические и численные расчеты теплообмена в трубах и каналах при разных условиях течения жидкости и при внешнем обтекании трубы.

Раздел 3. Численные расчеты теплообмена излучением. Конструктивные способы

изменения интенсивности теплопередачи

Радиационные характеристики тела. Теплообмен излучением между твердыми телами. Излучение и поглощение газов. Излучение светящегося пламени. Радиационно-конвективный теплообмен.

Критическая толщина тепловой изоляции. Теплопередача через ребристую стенку. Температурное поле и коэффициент эффективности прямых ребер постоянной толщины. Коэффициент эффективности ребер с изменяющимся поперечным сечением. Излучающие ребра. Ребристая стенка минимальной массы.

Темы лекций:

1. Численные расчеты теплообмена излучением.
2. Расчеты теплообмена через ребристую стенку.

Названия лабораторных работ:

1. Численные расчеты теплообмена излучением при использовании разных законов излучения (Планка, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта).
2. Расчеты теплообмена через ребристую стенку. Вычисление коэффициента эффективности ребер постоянной толщины, излучающих ребер и с изменяющимся поперечным сечением.

Раздел 4. Методы расчетов теплообменных аппаратов

Основные виды теплообменных аппаратов. Тепловой расчет прямоточного теплообменника. О гидравлическом расчете теплообменника. Эффективность теплообменника и способы ее повышения.

Темы лекций:

1. Методы расчетов теплообменных аппаратов.

Названия лабораторных работ:

1. Тепловой расчет прямоточного теплообменника.
2. Гидравлический расчет прямоточного теплообменника.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Калиткин Н.Н. Численные методы [Электронный ресурс] учебник в электронном формате: / Н.Н. Калиткин, Е.А. Альшина. – Москва: Академия, 2013. – Кн. 1: Численный анализ. – Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). – 2013. – 1 Мультимедиа CD-ROM. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-11.pdf>.
2. Тынкевич М.А. Введение в численный анализ: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2017. – 179 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/115170>.

Дополнительная литература

1. Видин Ю.В., Иванов В.В., Казаков Р.В. Инженерные методы расчета процессов теплообмена [Электронный ресурс. – Красноярск: СФУ, 2014. – 168 с. – Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=64558.
2. Кузнецов Г.В. Разностные методы решения задач теплопроводности: учебное пособие [Электронный ресурс] / Г.В. Кузнецов, М.А. Шеремет; Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 4.5 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m231.pdf>.
3. Передрей Ю.М. Математические методы в технологии машиностроения: учебно-методическое пособие / Ю.М. Передрей; Пензенская государственная технологическая академия. – 2-е изд.. – Пенза: Изд-во ПГТА, 2010. – 204 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/206847>).
4. Демидович Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения: учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова; под ред. Б.П. Демидовича. – Москва: Лань, 2010. – 400 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/169013>).
5. Архипов В.А. Физико-химические основы процессов тепломассообмена: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.А. Архипов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра автоматизации теплоэнергетических процессов (АТП). – 1 компьютерный файл (pdf; 3.0 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m284.pdf>.
6. Волков К.Н., Емельянов В.Н., Тетерина И.В., Яковчук М.С. Газовые течения в соплах энергоустановок [Электронный ресурс]. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2017. – 328 с. – Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/104967>.
7. Методы математической физики. Специальные функции. Основы комплексного анализа. Элементы вариационного исчисления и теории обобщенных функций = Methods of Mathematical Physics. Foundations of Complex Analysis. Elements of Calculus of Variations and Theory of Generalized Functions. Workbook: рабочая тетрадь [Электронный ресурс] / В.Г. Багров [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Физико-технический институт (ФТИ), Кафедра высшей математики и математической физики (ВММФ). – 1 компьютерный файл (pdf; 1.2 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Текст на английском языке. – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader. – Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m145.pdf>.
8. Гайдукова О.С. Численное моделирование физико-химических процессов: учебное пособие [Электронный ресурс] / О.С. Гайдукова, Д.О. Глушков; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – 1 компьютерный файл (pdf; 3.1 MB). – Томск: Изд-во "АлКом", 2020. – Схема доступа: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2020/m057.pdf>.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Архив научных журналов «Neicon» (<http://archive.neicon.ru>);
2. Поисковая система Федерального института промышленной собственности по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

(<http://www1.fips.ru>);

3. Электронная библиотека института инженеров электротехники и электроники «IEEE» (<http://ieeexplore.ieee.org>).

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic.
2. PTC Mathcad 15 Academic Floating.

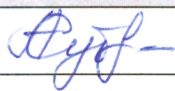
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 403	Котел Vitodent 100-W 26 кВт, одноконтурный с блоком управления и арматурой - 1 шт.; Стенд имитационный системы отопления и ГВС с напольным котлом - 1 шт.; Стенд имитационный системы отопления и ГВС с навесным котлом - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Зонт вытяжной - 2 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 2246	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для одежды - 1 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Тумба навесная - 1 шт.; Стол письменный - 9 шт.; Комплект учебной мебели на 14 посадочных мест; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Компьютер - 12 шт.; Принтер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.

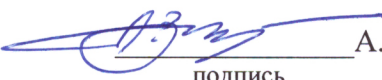
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.03 Энергетическое машиностроение, специализация «Эксплуатация и обслуживание оборудования газокompрессорных станций» (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Профессор		А.Н. Субботин

Программа одобрена на заседании кафедры ПГС и ПГУ (протокол от 24.05.2017 г. № 25).

Заведующий кафедрой – руководитель
НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры,
д.т.н., профессор

 А.С. Заворин
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)
2018/2019 уч. год	Внесены изменения в разделы: Учебно-методическое обеспечение; Материально-техническое обеспечение дисциплины; Информационное и программное обеспечение.	Протокол №11 от 27.08.2018
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в разделы: Учебно-методическое обеспечение; Материально-техническое обеспечение дисциплины; Информационное и программное обеспечение;	Протокол №29 от 30.05.2019
2020/2021 уч. год	Внесены изменения в разделы: Учебно-методическое обеспечение; Материально-техническое обеспечение дисциплины; Информационное и программное обеспечение;	Протокол №44 от 26.06.2020