

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

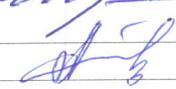
УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИИЭ

 А.С. Матвеев
 «28» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Тепломассообмен в энергетическом оборудовании			
Направление подготовки	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа	Теплоэнергетика и теплотехника		
Специализация	Промышленная теплоэнергетика		
Уровень образования	высшее образование – бакалавр		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		48
	Практические занятия		32
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		96
	Самостоятельная работа, ч		120
	ИТОГО, ч		216

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	НОЦ И.Н. Бутакова
------------------------------	---------	------------------------------	----------------------

Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		Заворин А.С.
		Антонова А.М.
		Галашов Н.Н.

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
ПК(У)-2	Способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	Р5	ПК(У)- 2.В3	Владеет опытом расчета тепломассообменных процессов
			ПК(У)- 2.У3	Умеет выявлять сущность тепломассообменных процессов и применять для их расчета соответствующие законы
			ПК(У)-2.33	Знает основные законы тепломассообмена, их математическое описание и методы исследования процессов передачи теплоты

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Моделировать и рассчитывать тепломассообменные процессы и установки	ПК(У)-2
РД-2	Проводить экспериментальные исследования тепломассообменных процессов на физических установках	ПК(У)-2
РД-3	Проводить конструкторские и поверочные расчеты теплообменников, правильно выбирать тепломассообменное оборудование атомных станций	ПК(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 Введение. Стационарная теплопроводность	РД-1	Лекции	2
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	24
Раздел 2. Нестационарная теплопроводность	РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	24
Раздел 3. Введение в теорию конвективного теплообмена	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	24

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 4. Теория размерностей и теория подобия в задачах конвективного теплообмена	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел 5. Конвективный теплообмен в однородной среде	РД-1	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел 6. Теплопередача	РД-2	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел 7. Теплообмен при фазовых превращениях	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел 8. Основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел 9. Тепловое излучение	РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	24
Раздел 10. Понятие о сложном теплообмене	РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	16
Раздел 11. Примеры расчета тепломассообмена в энергетическом оборудовании	РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	18

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Стационарная теплопроводность

Назначение и содержание курса. Способы переноса тепла. Основные понятия и определения тепломассообмена. Одномерные стационарные задачи теплопроводности. Перенос тепла в ребрах. Двухмерные стационарные задачи теплопроводности.

Темы лекций:

1. Введение
2. Основные положения о теплопроводности

Темы практических занятий:

1. Решение одномерных стационарных задач теплопроводности
2. Решение двумерных стационарных задач теплопроводности

Названия лабораторных работ:

1. Измерение коэффициента теплопроводности стационарным методом
2. Исследование теплопроводности методом ЭТА.

Раздел 2. Нестационарная теплопроводность

Линейные одномерные нестационарные задачи теплопроводности. Численные методы решения задач теплопроводности.

Темы лекций:

3. Нестационарные процессы теплопроводности
4. Численные методы решения задач теплопроводности

Темы практических занятий:

3. Решение одномерных нестационарных задач теплопроводности
4. Решение двумерных нестационарных задач теплопроводности

Названия лабораторных работ:

3. Измерение теплоемкости методом монотонного режима.
4. Измерение коэффициента теплопроводности методом монотонного режима.
5. Измерение коэффициента температуропроводности методом регулярного режима.

Раздел 3. Введение в теорию конвективного теплообмена

Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена.

Темы лекций:

5. Конвективный теплообмен в однородной среде
6. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена

Темы практических занятий:

5. Решение задач по определению чисел теплового и гидромеханического подобия
6. Решение задач по определению чисел теплового и гидромеханического подобия

Названия лабораторных работ:

6. Исследование теплоотдачи от вертикальной трубы при свободной конвекции.

Раздел 4. Теория размерностей и теория подобия в задачах конвективного теплообмена

Условия подобия конвективного теплообмена при вынужденном движении теплоносителя и при естественной конвекции. Критерии подобия и уравнения подобия. Обобщения опытных данных на основе теории подобия.

Темы лекций:

7. Условия подобия конвективного теплообмена при вынужденном движении теплоносителя и при естественной конвекции.
8. Критерии подобия и уравнения подобия.

Темы практических занятий:

7. Решение задач по нахождению теплоотдачи при вынужденном продольном омывании плоской поверхности
8. Решение задач по нахождению теплоотдачи при вынужденном продольном омывании плоской поверхности

Названия лабораторных работ:

7. Исследование теплоотдачи от горизонтальной трубы при свободной конвекции.

Раздел 5. Конвективный теплообмен в однородной среде

Теплообмен в трубах при ламинарном и турбулентном течении. Теплообмен и сопротивление при течении в кольцевых каналах.

Темы лекций:

9. Теплообмен в трубах при ламинарном и турбулентном течении.

Темы практических занятий:

9. Решение задач при движении потока внутри труб
10. Решение задач при поперечном обтекании труб и пучков.

Названия лабораторных работ:

8. Исследование теплообмена при течении жидкости в трубе.
9. Исследование теплоотдачи при поперечном обтекании тел.

Раздел 6. Теплопередача

Уравнение и коэффициент теплопередачи. Теплопередача через одно- и многослойную

плоские стенки, через одно- и многослойную цилиндрические стенки. Расчет тепловой изоляции.

Темы лекций:

10. Теплопередача.

Темы практических занятий:

11. Решение задач при движении потока внутри труб

Название лабораторных работ:

10. Исследование теплопередачи через многослойную стенку.

Раздел 7. Теплообмен при фазовых превращениях

Теплообмен при кипении и конденсации. Кризисы кипения в большом объеме. Теплообмен при пленочном кипении. Параметры двухфазной смеси в трубах.

Темы лекций:

11. Теплообмен при конденсации чистого пара

12. Теплообмен при кипении однокомпонентных жидкостей

Темы практических занятий:

12. Пузырьковое кипение в большом объеме и в трубах при вынужденной конвекции

13. Пленочное кипение в большом объеме

Название лабораторных работ:

11. Исследование теплообмена и кризиса теплообмена при кипении воды в большом объеме.

Раздел 8. Основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов

Типы теплообменных аппаратов. Схемы взаимного движения теплоносителей, средний температурный напор. Уравнение теплового баланса, водяной эквивалент теплоносителя. Расчет конечной температуры теплоносителей.

Темы лекций:

13. Тепловой расчет теплообменных аппаратов. Гидродинамический расчет теплообменных аппаратов

Темы практических занятий:

14. Тепловой расчет теплообменных аппаратов

15. Гидравлический расчет теплообменных аппаратов

Название лабораторных работ

12. Исследование работы теплообменного аппарата.

Раздел 9. Тепловое излучение

Законы теплового излучения: виды лучистых потоков, закон Планка, закон Стефана-Больцмана, закон Кирхгофа, закон Ламберта. Лучистый теплообмен между телами. Тепловое излучение газов: интенсивность излучения, коэффициент поглощения.

Темы лекций:

14. Основные законы тепловых излучений. Теплообмен излучением между твердыми телами

Темы практических занятий:

16. Лучистый теплообмен

Названия лабораторных работ

13. Определение интегральной степени черноты металлов

Раздел 10. Понятие о сложном теплообмене

Теплопередача через ребристые поверхности, через газовые и жидкостные прослойки. Интенсификация процессов теплообмена.

Темы лекций:

15. Теплопередача через ребристые поверхности. Критерии радиационного подобия

Раздел 11. Примеры расчета теплообмена в энергетическом оборудовании

Теплообмен в реакторах, парогенераторах и теплообменниках паротурбинной установки.

Темы лекций:

16. Теплообмен в реакторах, парогенераторах и теплообменниках паротурбинной установки.

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;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме
- Подготовка к контрольной работе, к зачету, экзамену.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Кудинов А.А. Теплообмен: учебное пособие. – Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2012. – 375 с. – ЭБС Znanium.com. – Доступ для авторизованных пользователей: <http://znanium.com/go.php?id=238920>.
2. Брюханов О.Н. Теплообмен: учебник // О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 464 с. – ЭБС Znanium.com. – Доступ для авторизованных пользователей: <http://znanium.com/go.php?id=258657>.
3. Примеры и задачи по теплообмену: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. С. Логинов [и др.]. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2009/m170.pdf>.

Дополнительная литература

1. Коротких А.Г. Теплогидравлические процессы в ядерном реакторе и расчет их основных параметров [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Г. Коротких, И. В. Шаманин. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Доступ из корпоративной сети ТПУ: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2010/m189.pdf>.
2. Кириллов П.Л. Теплообмен в ядерных энергетических установках: учебное пособие для вузов / П. Л. Кириллов, Г. П. Богословская. – 2-е изд., перераб. – Москва: ИздАт, 2008. – 256 с.
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/156066>)
3. Теплопередача: учебное пособие для вузов: в 2 ч. / В. С. Чередниченко [и др. под ред. В. С. Чередниченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. Ч. 1: Основы теории теплопередачи. – 2008. – 232 с.: – ЭБС Znanium.com. – Доступ для авторизованных пользователей: <http://znanium.com/catalog/document?id=347374>.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. ВНИИАМ — Всероссийский научно-исследовательский институт атомного энергетического машиностроения (ОАО «ВНИИАМ») <http://www.vniiam.ru/>
2. ТВЭЛ, ОАО (производитель ядерного топлива, Москва) <http://www.tvel.ru/>

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

1. «TABL1», «TFS», «TFM» - для расчета свойств теплоносителей;
2. Демонстрационная тренажер-программа “ГЦН энергоблока БН-600”.

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 (компьютерный класс) Комплект учебной мебели на 8 посадочных мест; Стол письменный - 3 шт. 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 48	Документ-камера WolfVision - 1 шт.; Кинокамера скоростная СКС-1 - 1 шт.; Анемометр - 2 шт.; Пирометр ST-30 - 1 шт.; Компьютер - 18 шт.; Принтер - 1 шт. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Visual C++ Redistributable Package; Mozilla Public License 2.0; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU Affero General Public License 3; Chrome; Berkeley Software Distribution License 2-Clause
2.	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., 106	Комплект учебной мебели на 6 посадочных мест Термопреобразователь ХКА ТД701С-L2-СФКЭ - 1 шт.;Верстак WT 140WD5/F1000 - 1 шт.;Латр 20000BA - 1 шт.;Лабораторные весы СУ-1003 - 1 шт.; Печь лабораторная трубчатая 12050 (50*800) - 1 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» специализация «Промышленная теплоэнергетика» (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова	Галашов Н.Н.

Программа одобрена на заседании кафедры АТЭС ЭНИН (протокол от «18» мая 2017 г. № 19).

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 раздел Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	протокол № 11 от 19.06.2018
2019/2020 уч. год	Внесены изменения в раздел Учебно-методическое, информационное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины	протокол № 29 от 30.05.2019
2020/2021 учебный год	Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин	Приказ по ТПУ №127-7/об от 06.05.2020