

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 20 20 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2020 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

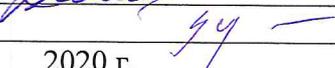
**Экспериментальные исследования тепломассообменных и газодинамических процессов**

Направление подготовки/ специальность	<b>13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Технологии сжижения природного газа и промышленная теплотехника</b>		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование – магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	24	
	Лабораторные занятия	0	
	ВСЕГО	32	
	Самостоятельная работа, ч	76	
	ИТОГО, ч	108	

Вид промежуточной аттестации

<b>Экзамен</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>НОЦ И.Н. Бутакова</b>
----------------	------------------------------	------------------------------

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

	А.С. Заворин
	В.И. Максимов
	Б.В. Борисов

2020 г.

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся направления **13.04.01 - Теплоэнергетика и теплотехника** (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	И.1.ОПК(У)-1	Формулирует цели и задачи исследования	ОПК(У)-1.B1	Имеет опыт формулирования целей и задач исследования
				ОПК(У)-1.Y1	Умеет ставить цели и инновационные задачи инженерного и научно-исследовательского профиля
				ОПК(У)-1.31	Знание современного состояния, а также перспектив развития газовой промышленности и технологий теплотехники
		И.2.ОПК(У)-1	Определяет методы и последовательность решения задач	ОПК(У)-1.B2	Владение опытом нахождения нестандартных решений профессиональных задач для достижения поставленных целей решения практических задач
				ОПК(У)-1.Y2	Умение находить наиболее эффективные решения профессиональных задач с использованием фундаментальных и специальных знаний в условиях неопределенности
				ОПК(У)-1.32	Знание методов решения профессиональных задач в газовой промышленности и технологий теплотехники
		И.3.ОПК(У)-1	Формулирует критерии принятия решения	ОПК(У)-1.B3	Владение опытом применения методов выбора критериев опти-

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					мальности и эффективности целей при решении профессиональных задач
				ОПК(У)-1.У3	Умение формулировать критерии оптимальности и эффективности целей при решении профессиональных задач
				ОПК(У)-133	Знание современных критериев оценивания развития газовой промышленности и технологий теплотехники
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.1.ОПК(У)-2	Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи	ОПК(У)-2.В1	Владением опытом выбора наиболее эффективных методов решения профессиональных задач
				ОПК(У)-2.У1	Умением решать инновационные задачи профессионального профиля
				ОПК(У)-2.31	Знание основных методов реализации инновационных инженерных задач, научных исследований и сложных экспериментов
		И.2.ОПК(У)-2	Проводит анализ полученных результатов	ОПК(У)-2.В2	Владение опытом анализа результатов научных исследований и проектных работ в области профессиональной деятельности с формулированием рекомендации по совершенствованию технологий
				ОПК(У)-2.У2	Умение применять профессиональные знания для анализа результатов работ и

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					формулирования выводов в условиях неоднозначности
				ОПК(У)-2.32	Знание современного состояния и перспектив повышения эффективности газовой промышленности и технологий теплотехники
				ОПК(У)-2.В3	Владением опытом оформления, представления и защиты результатов инновационных инженерных и научных исследований
		И.3.ОПК(У)-2	Представляет результаты выполненной работы	ОПК(У)-2.У3	Умение применять профессиональные знания для представления и защиты результатов инновационных инженерных и научных исследований
				ОПК(У)-2.33	Знание современной аргументации по оценке перспектив повышения эффективности газовой промышленности и технологий теплотехники
ПК(У)-2	Способен осуществлять планирование и научное руководство работ в соответствующей области знаний	И.1.ПК(У)-2	Осуществлять планирование и научное руководство работ в соответствующей области знаний	ПК(У)-2.В1	Владение опытом планирования, ведения и научного руководства работ в соответствующей области знаний
				ПК(У)-2.У1	Умение планировать, проводить и руководить теоретическими и экспериментальными научно-исследовательскими работами в соответствующей области знаний

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)-2.31	Знание основных закономерностей и особенностей ведения научно-исследовательской деятельности в соответствующей области знаний

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

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

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Способность формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	И. 1. ОПК(У)- 1, И.2. ОПК(У)- 1, И. 3. ОПК(У)- 1
РД2	Способность применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.1. ОПК(У)- 2, И.2. ОПК(У)- 2, И.3. ОПК(У)- 2
РД3	Способность осуществлять планирование и научное руководство работ в соответствующей области знаний	И.1. 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.
<b>Раздел 1.</b> Экспериментальные исследования тепломассообменных процессов. Методы моделирования процессов гидродинамики и теплообмена.	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	38
<b>Раздел 2</b> Экспериментальные исследования газодинамических процессов. Энергетический анализ термодинамических циклов тепловых двигателей и холодильных установок	РД1, РД2, РД3	Лекции	4
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	0
		Самостоятельная работа	38

Содержание разделов дисциплины:

#### **Раздел 1. Экспериментальные исследования тепломассообменных процессов. Методы моделирования процессов гидродинамики и теплообмена**

Методы и оборудования теплообменных процессов. Критерии газодинамических процессов. Методы обработки экспериментальных данных по газодинамическим процессам.

##### **Темы лекций:**

1. Методы экспериментального исследования процессов тепло- и массообмена, схемы экспериментальных установок
2. Методы измерения коэффициентов тепло- и массоотдачи

##### **Темы практических занятий:**

1. Определение коэффициента теплового излучения.
2. Теплопередача при движении воздуха в трубе.
3. Определение коэффициента теплопроводности металлов.
4. Теплофизические свойства диэлектриков.
5. Проверка закона Бойля-Мариотта

#### **Раздел 2. Экспериментальные исследования газодинамических процессов. Энергетический анализ термодинамических циклов тепловых двигателей и холодильных установок**

Способы, методы и аппаратура определения газодинамических параметров. Критерии тепловых процессов. Энергетический анализ тепловых машин (термодинамический, эксергетический, тепловой баланс). Показатели эффективности тепловых машин, холодильных установок и тепловых насосов.

##### **Темы лекций:**

1. Методы измерения коэффициентов гидравлического сопротивления
2. Методы измерений полей давления, скорости, температуры и концентрации

##### **Темы практических занятий:**

1. Кривая фазового равновесия воды.
2. Отношение теплоемкостей воздуха в диапазоне температур.
3. Теплопроводность воздуха.

4. Ламинарное и турбулентное течение газа.
5. Измерение вязкости воздуха по истечению из капилляра.

## 5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) 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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Подготовка к лабораторным работам и к практическим занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература:

1. Кудинов В. А. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс] : учебник для бакалавров / В. А. Кудинов, Э. М. Карташов, Е. В. Стефанюк. — 2-е изд. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740МВ). — Москва: Юрайт, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Электронные учебники издательства Юрайт. — Электронная копия печатного издания. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2407.pdf> (контент)
2. Архипов В.А. Физико-химические основы процессов теплообмена: Учебное пособие. — Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2015. — 199 с. — ВО - Магистратура.. — ISBN 978-5-4387-0539-0. Схема доступа: <http://znanium.com/go.php?id=673007> (контент)
3. Борисов Б. В. Практикум по технической термодинамике и теплообмену [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б. В. Борисов, А. В. Крайнов, В. Е. Юхнов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.2 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m249.pdf> (контент)

#### Дополнительная литература:

1. Михеев М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев, И. М. Михеева. — 3-е изд., репринтное. — Москва: Бастет, 2010. — 344 с.: ил. — Библиогр.: с. 336-341. — ISBN 978-5-903178-20-9.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5СТПУ%5Сbook%5С196510>
2. Цветков Ф. Ф. Задачник по теплообмену : учебное пособие для вузов / Ф. Ф. Цветков, Р. В. Керимов, В. И. Величко. — 3-е изд., стер. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. — 195 с.: ил. — Библиогр.: с. 194. — Список основных обозначений: с. 4-5. — ISBN 978-5-383-00468-5.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5СТПУ%5Сbook%5С238167>

## 6.2 Информационное обеспечение

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

1. <http://e-le.lcg.tpu.ru> – информационно-образовательная среда дистанционного обучения WebCT.
2. <http://www.teploenergetika.info> – информационный портал посвященный теплоэнергетике;
3. <http://03-ts.ru> – электронная библиотека для теплотехников и теплоэнергетиков, работающих на электростанциях и промышленных предприятиях различных отраслей хозяйства страны, а также научных работников и студентов вузов соответствующих специальностей.
4. <http://elibrary.ru> – научно-электронная библиотека eLibrary.ru.
5. <http://techlibrary.ru/>.

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

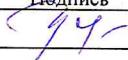
## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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, 29	Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест; Стол письменный - 3 шт.; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Лабораторный комплекс ЛКТТ-7М "Коэффициент теплового излучения твердого тела" - 1 шт.; Установка учебная "Капелька" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-5 "Теплотехника газа" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТТ-6 "Теплотехника жидкости" - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТ-5 "Опыт Клеймана-Дезорма" - 1 шт.; Лабораторная установка "Механика жидкости" - 1 шт.; Термометр Ea2 VL508 - 1 шт.; Лабораторный комплекс ЛКТ-6Р "Свойства газов, теплоемкости и вязкости воздуха, свойства жидкости" - 1 шт.; Лабораторный комплекс "Техническая термогазодинамика" ТТГД-011-07-ЛР-01 - 1 шт.; Лабораторный комплекс "Тепловые процессы в газах" ТПГ-010-5ЛР-01 - 1 шт.;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 47	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

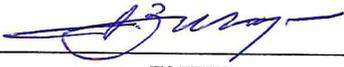
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Технологии сжижения природного газа и промышленная теплотехника» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Профессор НОЦ И.Н. Бутакова		Б.В. Борисов

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от «26» июня 2020г. №44).

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. Бугакова (протокол)