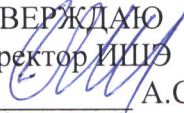


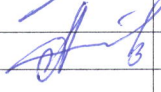
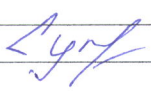
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИИПЭ  
  
А.С. Матвеев  
«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2018 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

| Тепломассообмен                             |                                          |         |   |
|---------------------------------------------|------------------------------------------|---------|---|
| Направление подготовки                      | 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  |         |   |
| Образовательная программа                   | Инженерия теплоэнергетики и теплотехники |         |   |
| Специализация                               | Тепловые электрические станции           |         |   |
| Уровень образования                         | высшее образование – бакалавр            |         |   |
| Курс                                        | 5                                        | семестр | 7 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах) | 6                                        |         |   |
| Виды учебной деятельности                   | Временной ресурс                         |         |   |
| Контактная (аудиторная) работа, ч           | Лекции                                   | 10      |   |
|                                             | Практические занятия                     | 6       |   |
|                                             | Лабораторные занятия                     | 4       |   |
|                                             | ВСЕГО                                    | 20      |   |
| Самостоятельная работа, ч                   |                                          | 196     |   |
| ИТОГО, ч                                    |                                          | 216     |   |

| Вид промежуточной аттестации | Экзамен | Обеспечивающее подразделение | НОЦ<br>И.Н. Бутакова |
|------------------------------|---------|------------------------------|----------------------|
|------------------------------|---------|------------------------------|----------------------|

|                                                                                                             |                                                                                       |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ И.Н. Бутакова на правах кафедры<br>Руководитель ООП<br>Преподаватель |   | А.С. Заворин  |
|                                                                                                             |  | А.М. Антонова |
|                                                                                                             |    | Б.В. Борисов  |

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                                                                                                                 | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                                                                                       | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                                                                                            |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                          | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                                                                                    | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                               |
| ПК(У)-1         | Способен применять знания теоретических основ теплотехники и гидрогазодинамики при решении научных и практических профессиональных задач | И.ПК(У)-1.1                       | Применяет основные законы термодинамики, тепломассообмена, движения жидкости и газа для анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах | ПК(У)-1.1B1                                                 | Владеет опытом анализа явлений и процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах, аппаратах и агрегатах                                        |
|                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.1У1                                                 | Умеет выявлять сущность термодинамических, тепломассообменных, гидрогазодинамических явлений и процессов и применять для их расчета соответствующие законы |
|                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.131                                                 | Знает основные физические явления и законы технической термодинамики, тепломассообмена, гидрогазодинамики и их математическое описание                     |
|                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.1B2                                                 | Владеет опытом исследования и расчетов процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты                                                        |
|                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.1У2                                                 | Умеет проводить исследования и расчет процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты                                                         |
|                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.132                                                 | Знает методы исследования и методики расчета процессов и циклов преобразования энергии и передачи теплоты                                                  |
|                 |                                                                                                                                          | И.ПК(У)-1.2                       | Применяет знания свойств рабочих тел и теплоносителей для расчета процессов в теплоэнергетических и теплотехнических системах                                         | ПК(У)-1.2B1                                                 | Владеет опытом использования знаний свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования   |
|                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.2У1                                                 | Умеет использовать знания свойств рабочих тел и теплоносителей при расчетах теплоэнергетических и теплотехнических установок и их оборудования             |
|                 |                                                                                                                                          |                                   |                                                                                                                                                                       | ПК(У)-1.231                                                 | Знает свойства рабочих тел и теплоносителей                                                                                                                |

### 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 |                                                                                                                                                                       | Индикатор достижения компетенции |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                          |                                  |
| РД 1                                          | Знать и уметь применять основные понятия и определения тепломассообмена                                                                                               | ПК(У)-1                          |
| РД 2                                          | Знать, понимать и уметь применять понятия и закономерности основных процессов переноса теплоты                                                                        | ПК(У)-1                          |
| РД3                                           | Владеть методами анализа полей температур при различных процессах тепломассопереноса, определения тепловых потоков применительно к основным теплотехническим приборам | ПК(У)-1                          |
| РД4                                           | Владеть методами экспериментальной оценки параметров тепломассопереноса                                                                                               | ПК(У)-1                          |

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> Введение. Понятия, параметры и основные законы теплообмена. Теплопроводность | РД1–РД4                                      | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                               |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                               |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                               |                                              | Самостоятельная работа    | 46                |
| <b>Раздел 2.</b> Основные положения конвективного теплообмена                                 | РД1–РД4                                      | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                               |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                               |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                               |                                              | Самостоятельная работа    | 46                |
| <b>Раздел 3.</b> Теплообмен излучением                                                        | РД1–РД4                                      | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                               |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                               |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                                               |                                              | Самостоятельная работа    | 58                |
| <b>Раздел 4.</b> Теплопередача со сложным теплообменом                                        | РД1–РД4                                      | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                               |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                               |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                               |                                              | Самостоятельная работа    | 46                |

Содержание разделов дисциплины:

|                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Введение. Понятия, параметры и основные законы теплообмена. Теплопроводность</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

##### Темы лекций:

1. Введение. Основные понятия и определения теплообмена.
2. Теплопроводность при стационарном режиме.
3. Интенсификации теплопередачи. Внутренние источники.
4. Нестационарная теплопроводность.

##### Темы практических занятий:

1. Расчеты теплопроводности и теплопередачи плоской стенки;
2. Расчеты теплопроводности и теплопередачи цилиндрической стенки;
3. Расчеты теплопроводности и теплопередачи ребренных стенок;
4. Расчеты теплопроводности тел с внутренними источниками теплоты;
5. Расчеты нестационарной теплопроводности.

##### Названия лабораторных работ:

1. Определение коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.
2. Определение степени черноты вольфрамовой проволоки.

|                                                               |
|---------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 2. Основные положения конвективного теплообмена</b> |
|---------------------------------------------------------------|

**Темы лекций:**

1. Конвективный теплообмен.
2. Теория подобия.
3. Свободная конвекция
4. Вынужденная конвекция. Пластина. Цилиндр.
5. Вынужденная конвекция. Труба.
6. Теплообмен при фазовых превращениях. Конденсация.
7. Теплообмен при фазовых превращениях. Кипение.
8. Массообмен.

**Темы практических занятий:**

1. Расчеты теплопередачи через плоские и цилиндрические стенки, с различными механизмами и режимами теплоотдачи на поверхностях. С без учета и учетом фазовых превращений.

**Названия лабораторных работ:**

1. Определение параметров вынужденного движения жидкости по трубам;
2. Исследование теплопередачи при вынужденном движении жидкости по трубам.

|                                        |
|----------------------------------------|
| <b>Раздел 3. Теплообмен излучением</b> |
|----------------------------------------|

**Темы лекций:**

1. Теплообмен излучением. Начало.
2. Теплообмен излучением. Система тел в диатермической среде.
3. Теплообмен излучением.

**Темы практических занятий:**

1. Расчеты теплопередачи через плоские и цилиндрические стенки, с различными механизмами и режимами теплоотдачи на поверхностях. С без учета и учетом фазовых превращений. Расчеты теплообмена излучением системы тел, разделенных диатермической средой.
2. Расчеты теплообмена излучающего газа с поверхностью.

|                                                        |
|--------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 4. Теплопередача со сложным теплообменом</b> |
|--------------------------------------------------------|

**Темы лекций:**

1. Сложный теплообмен. Теплообменные аппараты.

**Названия лабораторных работ:**

1. Исследование теплопередачи при вынужденном движении жидкости по трубам

**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;
- 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. Исаченко В.П. Теплопередача: учебник для вузов / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. – 5-е изд., стер.. – Москва: АРИС, 2014. – 417 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/268543>)
2. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче: учебное пособие / Е. А. Краснощеков, А. С. Сукомел. – 5-е изд., перераб. – Екатеринбург: АТП, 2015. – 288 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/321801>)
3. Цветков Ф.Ф. Задачник по тепломассообмену: учебное пособие для вузов / Ф. Ф. Цветков, Р. В. Керимов, В. И. Величко. – 3-е изд., стер. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2010. – 195 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/238167>)
4. Цветков Ф.Ф. Тепломассообмен: учебник для вузов/ Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев: учебник для вузов / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев. – Москва: Изд-во МЭИ, 2011. – 559 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/208977>)
5. Борисов Б.В. Практикум по технической термодинамике и тепломассообмену: учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. В. Борисов, А. В. Крайнов, В. Е. Юхнов. – 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. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m249.pdf>.

#### **Дополнительная литература:**

1. Крайнов А.В. Тепломассообмен: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – Заглавие с титульного экрана. – Доступ из корпоративной сети ТПУ: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m071.pdf>.
2. Тепло-и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник /Под ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Энергоиздат, 1982. – 512 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/53369>)
3. Теплотехника. Учебник для вузов /Луканин В.Н. и др. Под редакцией В.Н. Луканина. 4 изд. – М.: Высшая школа, 2003. – 671 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/66483>)
4. Коновалова Л.С., Загромов Ю.А. Теоретические основы теплотехники. Теплопередача: Учебн. пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 118 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/38064>)
5. Коновалова Л.С., Загромов Ю.А. Теоретические основы теплотехники. Примеры и задачи. Учебн. пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2001. – 116 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU/TPU/book/27948>)
6. Практикум по теплопередаче /Под ред. А.П. Солодова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 296 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/34429>)
7. Галин Н.М., Кириллов П.Л. Тепломассообмен (в ядерной энергетике). – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 376 с.  
(<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU/TPU/book/34361>)

### **6.2 Информационное обеспечение**

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

1. [http://www.gaudeamus.omskcity.com/PDF\\_library\\_natural-science\\_8.html](http://www.gaudeamus.omskcity.com/PDF_library_natural-science_8.html)
2. <http://techlibrary.ru/>
3. <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-4/index.htm>
4. <http://www.k204.ru/uchebniki.htm>
5. <http://tgv.khstu.ru/lib/learn/>
6. <http://ihtik.lib.ru/>
7. <http://library.khstu.ru/>
8. <http://ingenerov.net/tehnichka/>
9. [http://www.msuee.ru/htm12/med\\_gird/3\\_4.html](http://www.msuee.ru/htm12/med_gird/3_4.html)
10. <http://twm.mpei.ru/ochkov/WSPHB/>
11. [http://www.energsoft.info/new\\_knidi.html](http://www.energsoft.info/new_knidi.html)
12. [http://www.fptl.ru/Chem%20block\\_spravo4nik.html](http://www.fptl.ru/Chem%20block_spravo4nik.html)
13. <http://www.enek.ru/books.htm#vvsp> \

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

1. Microsoft Office;
2. AutoCAD;
3. 7-Zip;
4. Adobe Acrobat Reader DC;
5. Adobe Flash Player;
6. AkelPad;
7. Cisco Webex Meetings;
8. Document Foundation LibreOffice;
9. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
10. WinDjView;
11. Zoom Zoom.

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

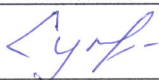
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                       | Наименование оборудования                                                                                               |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30, 227 | Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 98 посадочных мест; Компьютер - 94 шт.; Проектор - 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    | Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.7                                     |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30, 202 | Комплект учебной мебели на 72 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.7                                     |
| 4. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект,            | Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.  |

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                             | Наименование оборудования                                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 30а, 41                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 27 | Комплект лабораторного оборудования "Теоретические основы теплотехники" - 1 шт.;<br>Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 3 шт.; Стол журнальный - 1 шт.;<br>Комплект учебной мебели на 19 посадочных мест; Телевизор - 1 шт. |
| 6. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30, 310                    | Доска аудиторная настенная - 2 шт.;<br>Комплект учебной мебели на 112 посадочных мест; Компьютер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.                                                                                                                     |

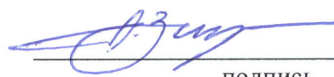
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» специализация «Тепловые электрические станции» (прием 2018 г., заочная форма обучения).

Разработчик:

| Должность                                 | Подпись                                                                           | ФИО          |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Профессор НОЦ И.Н. Бутакова,<br>д.ф.-м.н. |  | Борисов Б.В. |

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол № 11 от 19.06.2018 г.).

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<br>НОЦ И.Н. Бутакова<br>(протокол) |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 2019/2020 уч.<br>год     | Внесены изменения в раздел Учебно-методическое, информационное обеспечение дисциплины и материально-техническое обеспечение дисциплины | протокол № 29 от<br>30.05.2019                            |
| 2020/2021<br>учебный год | Изменена форма документов основных образовательных программ, в том числе УМК дисциплин                                                 | Приказ по ТПУ<br>№127-7/об от 06.05.2020                  |
|                          |                                                                                                                                        |                                                           |