

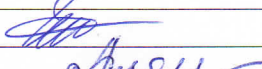
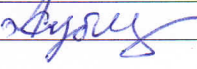
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИШЭ

Матвеев А.С.  
«26» 06 2020 г.

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

| Моделирование физических процессов и объектов проектирования                                                                 |                                                               |         |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------|-----------------|
| Направление подготовки/<br>специальность                                                                                     | 13.04.03 Энергетическое машиностроение                        |         |                 |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль))                                                                      | Проектирование и диагностирование<br>энергетических агрегатов |         |                 |
| Специализация                                                                                                                | Проектирование и диагностирование<br>энергетических агрегатов |         |                 |
| Уровень образования                                                                                                          | высшее образование - магистратура                             |         |                 |
| Курс                                                                                                                         | 1                                                             | семестр | 1               |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)                                                                               | 6                                                             |         |                 |
| Виды учебной деятельности                                                                                                    | Временной ресурс                                              |         |                 |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                                                                                         | Лекции                                                        |         | 16              |
|                                                                                                                              | Практические занятия                                          |         | 16              |
|                                                                                                                              | Лабораторные занятия                                          |         | 32              |
|                                                                                                                              | ВСЕГО                                                         |         | 64              |
| Самостоятельная работа, ч                                                                                                    |                                                               |         | 152             |
| в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с<br>выделенной промежуточной аттестацией (курсовой<br>проект, курсовая работа) |                                                               |         | курсовая работа |
| ИТОГО, ч                                                                                                                     |                                                               |         | 216             |

|                                                                                                                      |                                                                                      |                                 |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| Вид промежуточной<br>аттестации                                                                                      | Экзамен,<br>диф. зачет                                                               | Обеспечивающее<br>подразделение | НОЦ<br>И.Н. Бутакова |
| Заведующий кафедрой -<br>руководитель НОЦ<br>И.Н. Бутакова на правах<br>кафедры<br>Руководитель ООП<br>Преподаватель |  |                                 | Заворин А.С.         |
|                                                                                                                      |  |                                 | Гиль А.В.            |
|                                                                                                                      |  |                                 | Субботин А.Н.        |

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 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.ОПК(У)-1.1                      | Формулирует цели и задачи исследования.                                                  | ОПК(У)-1.1У1                                                | Ставить цели и инновационные задачи инженерного профиля                                                                                               |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                          | ОПК(У)-1.131                                                | Современных достижений науки и передовых машиностроительных технологий энергетического профиля                                                        |
|                 |                                                                                                                | И.ОПК(У)-1.2                      | Определяет последовательность решения задач.                                             | ОПК(У)-1.2В1                                                | Нахождения нестандартных решений профессиональных задач                                                                                               |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                          | ОПК(У)-1.2У1                                                | Анализировать, искать и вырабатывать компромиссные решения с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний в условиях неопределенности |
| ОПК(У)-2        | Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы     | И.ОПК(У)-2.1                      | Выбирает необходимый метод исследования для решения поставленной задачи                  | ОПК(У)-2.1У1                                                | Решать инновационные задачи инженерного профиля                                                                                                       |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                          | ОПК(У)-2.131                                                | Основных методов инновационных инженерных исследований, технических испытаний и сложных экспериментов                                                 |
|                 |                                                                                                                | И.ОПК(У)-2.2                      | Проводит анализ полученных результатов                                                   | ОПК(У)-2.2В1                                                | Анализа и разработки рекомендации по результатам научных исследований объектов профессиональной деятельности                                          |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                          | ОПК(У)-2.2У1                                                | Формулировать выводы в условиях неоднозначности с применением глубоких теоретических и экспериментальных методов исследований                         |
|                 |                                                                                                                | И.ОПК(У)-2.3                      | Представляет результаты выполненной работы                                               | ОПК(У)-2.3В1                                                | Оформления, представления и защиты результатов инновационных инженерных исследований, составления практических рекомендаций по их использованию       |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                          |                                                             |                                                                                                                                                       |
| ПК(У)-4         | Способен проектировать, конструировать и сопровождать на всех этапах жизненного цикла энергетические установки | И.ПК(У)-4.1                       | Разработка проектов тепломеханического оборудования ТЭС, их систем и составных элементов | ПК(У)-4.1У1                                                 | Выявлять достоинства и недостатки известных технических решений, находить пути устранения недостатков                                                 |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                          | ПК(У)-4.131                                                 | Современные технологии проектирования конкурентно способных энергетических установок                                                                  |
|                 |                                                                                                                | И.ПК(У)-4.2                       | Расчет элементов и проектирование узлов энергетических агрегатов                         | ПК(У)-4.2В1                                                 | Проектирование энергетических установок и узлов с применением профессиональных конструкторских пакетов прикладных программ                            |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                          | ПК(У)-4.2У1                                                 | Использовать междисциплинарные знания и нормативные документы для определения жизненных циклов энергетического оборудования                           |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                          | ПК(У)-4.231                                                 | Действующие в отрасли нормативные документы по выбору, расчету и проектированию энергетического оборудования                                          |
|                 |                                                                                                                |                                   |                                                                                          |                                                             |                                                                                                                                                       |

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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                                          | Уметь сравнивать и сопоставлять изучаемые явления, оценивать и обобщать их, находить оригинальные решения поставленных задач в рамках своей профессиональной деятельности.               | И.ОПК(У)-1.1<br>И.ОПК(У)-1.2<br>И.ОПК(У)-2.2                                |
| РД 2                                          | Знать методики обработки результатов экспериментальных исследований с применением пакетов прикладных программ.                                                                           | И.ОПК(У)-1.2<br>И.ОПК(У)-2.1                                                |
| РД 3                                          | Уметь использовать методы математического анализа и моделирования при проектировании энергетического оборудования, его автоматизации с применением прикладных программ.                  | И.ОПК(У)-1.1<br>И.ОПК(У)-1.2<br>И.ОПК(У)-2.1<br>И.ПК(У)-4.1<br>И.ПК(У)-4.2  |
| РД 4                                          | Владеть опытом обработки результатов измерений основных параметров при экспериментальных исследованиях энергетического оборудования.                                                     | И.ПК(У)-7.2<br>И.ОПК(У)-2.2                                                 |
| РД 5                                          | Владеть опытом использования основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки и представления информации при решения инженерных задач для энергетических установок. | И.ОПК(У)-1.2<br>И.ОПК(У)-2.1<br>И.ОПК(У)-2.2<br>И.ОПК(У)-2.3<br>И.ПК(У)-4.2 |

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 (модуль) 1. Введение в математическое моделирование          | РД 1, РД 2                                   | Лекции                    | 2                 |
|                                                                     |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                     |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                     |                                              | Самостоятельная работа    | 24                |
| Раздел (модуль) 2. Методология построения математических моделей    | РД 1, РД 2, РД 3                             | Лекции                    | 2                 |
|                                                                     |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                     |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                     |                                              | Самостоятельная работа    | 28                |
| Раздел (модуль) 3. Простейшие модели в теории горения и теплообмена | РД 1, РД 3, РД 4, РД 5                       | Лекции                    | 4                 |
|                                                                     |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                     |                                              | Лабораторные занятия      | 6                 |
|                                                                     |                                              | Самостоятельная работа    | 30                |
| Раздел (модуль) 4. Математические модели в теории теплообмена       | РД 1, РД 3, РД 4, РД 5                       | Лекции                    | 4                 |
|                                                                     |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                     |                                              | Лабораторные занятия      | 8                 |
|                                                                     |                                              | Самостоятельная работа    | 32                |
| Раздел (модуль) 5. Математическое моделирование в теории горения    | РД 1, РД 3, РД 4, РД 5                       | Лекции                    | 4                 |
|                                                                     |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                     |                                              | Лабораторные занятия      | 10                |

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1. Введение в математическое моделирование**

*Знакомятся с методологией моделирования, с преимуществом перед теоретическим и экспериментальными способами исследования мира. Оценивается роль математического моделирования на современном этапе научно-технического прогресса и в построении информационного общества. Триада «модель – алгоритм – программа».*

**Темы лекций:**

1. Методология математического моделирования.
2. Развитие методов и подходов математического моделирования в истории человечества.

**Темы практических занятий:**

1. Особенности граничных условия первого и второго рода.

**Названия лабораторных работ:**

1. Выполнение тестового и индивидуального задания по применению метода наименьших квадратов при использовании квадратичной зависимости.

**Раздел 2. Методология построения математических моделей**

*Знакомятся с использованием фундаментальных законов природы, вариационных принципов. Особенности применения аналогий при построении математических моделей. Анализируют иерархический подход к получению моделей. Процессы (этапы) построения математических моделей. Понятие натурного и вычислительного эксперимента.*

**Темы лекций:**

1. Способы построения математических моделей.
2. Использование фундаментальных законов природы, вариационных принципов.
3. Процесс (этапы) построения математических моделей.

**Темы практических занятий:**

1. Иерархические подходы.
2. Построение математических моделей.

**Названия лабораторных работ:**

1. Написание и отладка программы на алгоритмическом языке программирования Паскаль, построение графических зависимостей по полученным численным и заданным экспериментальным данным.

**Раздел 3. Простейшие модели в теории горения и теплообмена**

*Знакомятся с математическими основами обработки данных экспериментальных исследований. С построением аналитических зависимостей по эмпирическим данным, полученным при исследовании простейших моделей поведения объектов изучения. Изучают алгоритмы применения метода наименьших квадратов при использовании линейной, квадратичной, степенной зависимостей.*

**Темы лекций:**

1. Математические основы обработки данных.

2. Метод наименьших квадратов.
3. Алгоритмы применения метода наименьших квадратов.

**Темы практических занятий:**

1. Изучение алгоритмов метода наименьших квадратов.

**Названия лабораторных работ:**

1. Выполнение тестового и индивидуального задания по применению метода наименьших квадратов при использовании степенной зависимости.
2. Написание и отладка программы на алгоритмическом языке программирования Паскаль, построение графических зависимостей по заданным экспериментальным значениям и полученным теоретическим данным.

|                                                             |
|-------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 4. Математические модели в теории теплообмена</b> |
|-------------------------------------------------------------|

*Знакомятся с основными принципами и законами теплопередачи – теплопроводность, конвекция, термическое излучение. Дифференциальным уравнением теплопроводности. Изучают его вывод для общего случая, запись в декартовой, цилиндрической, сферической системе координат. Условия однозначности для процессов теплопроводности – физические, геометрические, начальные и граничные условия. Примеры построения математической постановки задачи по ее словесному описанию. Численные методы решения задач теплообмена.*

**Темы лекций:**

1. Применение математического моделирования к процессам теплопроводности.
2. Уравнение теплопроводности.
3. Особенности применения математических методов для построения задач.

**Темы практических занятий:**

1. Применение метода конечных разностей для одномерной нестационарной задачи теплопроводности.
2. Построение сеток, получение дискретного аналога исходной дифференциальной задачи.

**Названия лабораторных работ:**

1. Численное моделирование нестационарной теплопроводности на примере тестовой одномерной задачи: формулировка математической модели, написание и отладка паскаль-программы, графическое представление распределения температуры в исследуемой области.
2. Численное моделирование задачи одномерной нестационарной теплопроводности для плоского, цилиндрически или сферически симметричного процесса: формулировка индивидуальной математической модели, написание и отладка паскаль-программы, представление полученного решения в виде графической зависимости.

|                                                                |
|----------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 5. Математическое моделирование в теории горения</b> |
|----------------------------------------------------------------|

*Знакомятся с математическими формулировками законов сохранения массы, импульса и энергии в рамках Лагранжева (траекторного) подхода для описания горения взвешенных частиц твердого и жидкого топлива, многокомпонентной горючей газовой смеси. Физической и математической постановками задач горения угольных частиц и газообразного топлива в камерах сгорания. Изучают методы решения систем обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы Эйлера и Рунге-Кутты. Алгоритм их численной реализации на ЭВМ. Математическое моделирование*

*газодинамических процессов. Математическая модель горения пылеугольного топлива в топочной камере котлоагрегата, газообразной смеси в камере сгорания ГПА. Основные уравнения, их связь с фундаментальными законами. Метод решения математической модели. Краткая характеристика пакета прикладных программ ANSYS Fluent, реализующего рассматриваемую математическую модель на ЭВМ.*

**Темы лекций:**

1. Законы сохранения массы, импульса, и энергии.
2. Лагранжев и Эйлеровы подходы.
3. Моделирование газодинамических процессов.
4. Модели турбулентности.
5. Особенности задания граничных условий для процессов горения.

**Темы практических занятий:**

1. Проработка физико-математической постановки задачи.
2. Проведение верификационных расчетов.
3. Задание начальных и граничных условий.

**Названия лабораторных работ:**

1. Применение метода Эйлера или Рунге-Кутты для решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ).
2. Численное решение задачи о горении частицы/смеси в ограниченном объеме.
3. Численное исследование определенных процессов в прямоточной камере парового котла при заданных условиях и параметрах.
4. Изучение пакета прикладных программ ANSYS Fluent.

**Тематика курсовых работ:**

1. Численное моделирование процессов горения в камере сгорания ГТУ-16 МВт.
2. Численное моделирование процессов горения в камере сгорания ГТУ-32МВт.
3. Численное моделирование процессов горения в топочной камере котла Е-220-9,8-550.
4. Численное моделирование процессов горения в топочной камере котла Е-160-9,6-545.

## **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;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература**

1. Советов, Борис Яковлевич. Моделирование систем : учебник [Электронный ресурс] / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет (СПбГЭТУ). – 7-е изд.. – Мультимедиа ресурсы (10

- директорий; 100 файлов; 740MB). – Москва: Юрайт, 2014.  
(<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-85.pdf>)
2. Гайдукова, Ольга Сергеевна. 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. (<https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2020/m057.pdf>)
  3. Гоц, Александр Николаевич. Численные методы расчета в энергомашиностроении : учебное пособие для вузов / А. Н. Гоц. – 3-е изд., испр. и доп.. – Москва: Инфра-М, 2015. — 352 с.: ил. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C287680>)
  4. Гулин, Алексей Владимирович. Введение в численные методы в задачах и упражнениях : учебное пособие / А. В. Гулин, О. С. Мажорова, В. А. Морозова; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (МГУ), Факультет вычислительной математики и кибернетики. – Москва: Инфра-М Аргамак-Медиа, 2014. — 368 с.: ил. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C280489>)

### Дополнительная литература

1. Вабищевич, Петр Николаевич. Численные методы. Вычислительный практикум / П. Н. Вабищевич. – Изд. стер.. – Москва: Либроком, 2014. – 319 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C285814>)
2. Калиткин, Николай Николаевич. Численные методы : учебное пособие / Н. Н. Калиткин; под ред. А. А. Самарского. – 2-е изд., испр.. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. — 586 с.: ил. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C266998>)

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. НТБ - <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
2. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
3. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>

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

1. Microsoft Office 2007 Standart Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standart Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings;
4. Zoom Zoom;
5. Matlab, Mathcad
6. Autodesk AutoCAD;
7. Autodesk Inventor;
8. ANSYS.

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

В учебном процессе используется следующее оборудование:

| №  | Наименование специальных помещений                   | Наименование оборудования                                                                                               |
|----|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, | Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 401                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 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.;<br>Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Зонт вытяжной - 2 шт.;<br>Компьютер - 2 шт.; Проектор - 2 шт. |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 406  | Анализатор дымовых газов Testo350 - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.                                                                                                                                                                                           |
| 4. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 224б | 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.; Проектор - 1 шт.                                                                                                                    |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.03 Энергетическое машиностроение (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность |  | ФИО           |
|-----------|--|---------------|
| Профессор |  | Субботин А.Н. |

Программа одобрена на заседании Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова (протокол от 26 июня 2020 г. № 44).

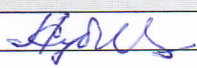
Заведующий кафедрой -руководитель НОЦ И.Н. Бутакова  
на правах кафедры, д.т.н, профессор

\_\_\_\_\_/Заворин А.С./  
подпись

|    |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 401                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 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.;<br>Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Зонт вытяжной - 2 шт.;<br>Компьютер - 2 шт.; Проектор - 2 шт. |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 406  | Анализатор дымовых газов Testo350 - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол письменный - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.                                                                                                                                                                                           |
| 4. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина 30, а, учебный корпус №4, аудитория 224б | 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.; Проектор - 1 шт.                                                                                                                    |

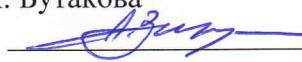
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.03 Энергетическое машиностроение (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность | ФИО                                                                                               |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессор |  Субботин А.Н. |

Программа одобрена на заседании Научно-образовательного центра И.Н. Бутакова (протокол от 26 июня 2020 г. № 44).

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

 /Заворин А.С./  
подпись