

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор обеспечивающей  
Директор ИИЭ

А.С. Матвеев

« 29 » 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| Энерготехнологические комплексы                         |                                                                  |         |   |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------|---|
| Направление подготовки/<br>специальность                | 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника                          |         |   |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | Экологически чистые технологии<br>преобразования энергоносителей |         |   |
| Специализация                                           |                                                                  |         |   |
| Уровень образования                                     | высшее образование - магистратура                                |         |   |
| Курс                                                    | 2                                                                | семестр | 3 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)          | 3                                                                |         |   |
| Виды учебной деятельности                               | Временной ресурс                                                 |         |   |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                    | Лекции                                                           | 16      |   |
|                                                         | Практические занятия                                             | 32      |   |
|                                                         | Лабораторные занятия                                             | -       |   |
|                                                         | ВСЕГО                                                            | 48      |   |
| Самостоятельная работа, ч                               |                                                                  | 60      |   |
| ИТОГО, ч                                                |                                                                  | 108     |   |

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

|                                  |                                                                                      |              |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Руководитель НОЦ<br>И.Н.Бутакова |  | Заворин А.С. |
| Руководитель ООП                 |   | Губин В.Е.   |
| Преподаватель                    |   | Губин В.Е.   |

2020 г.

## 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                                                                                                                    |
| ПК(У)-1         | Способен проектировать технологические системы и отдельные элементы систем преобразования энергоносителей                                                  | И.ПК(У)-1.1                       | Составляет проекты энергетических систем                                  | ПК(У)-1.1У1                                                 | Производить технические расчеты для проектирования энергетических систем и оборудования                                         |
|                 |                                                                                                                                                            | И.ПК(У)-1.2                       | Проектирует оборудование энергетических систем                            | ПК(У)-1.2В1                                                 | Выполнения конструкторских расчетов оборудования и отдельных узлов энергетических систем                                        |
|                 |                                                                                                                                                            |                                   |                                                                           | ПК(У)-1.2У1                                                 | Моделировать и разрабатывать оборудование энергетических систем                                                                 |
|                 |                                                                                                                                                            |                                   |                                                                           | ПК(У)-1.2З1                                                 | Знает номенклатуру современных изделий, оборудования и материалов, основные нормативные документы                               |
| ПК(У)-7         | Способен производить сравнительный анализ технологий преобразования энергоносителей                                                                        | И.ПК(У)-7.1                       | Определяет характеристики эффективности энергетических систем и установок | ПК(У)-7.1У1                                                 | Выбирать приоритеты и критерии оценки технико-экономического совершенства технологических систем                                |
| ПК(У)-8         | Способен формировать решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов технических наук и прикладных знаний в сфере теплоэнергетики | И.ПК(У)-8.1                       | Использует фундаментальные знания для решения задач теплоэнергетики       | ПК(У)-8.1В1                                                 | Применения закономерностей химической термодинамики, тепломассопереноса и гидрогазодинамики для решения задач конверсии топлива |
|                 |                                                                                                                                                            | И.ПК(У)-8.2                       |                                                                           | ПК(У)-8.2В2                                                 | Моделирования процессов конверсии топлива в условиях энергетического оборудования                                               |

## 2. Место дисциплины (модуля) 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<br>достижения<br>компетенции |
|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                                                                                       |                                        |
| РД1                                           | Оценивать перспективы технологий преобразования энергоносителей и методов их комплексного использования для повышения экологической безопасности с учетом мирового опыта и ресурсоэффективности;                                                                   | И.ПК(У)-1.1                            |
| РД2                                           | Анализировать важнейшие типовые технологические схемы переработки энергоносителей, рассчитывать современное аппаратное оформление различных систем переработки энергоносителей;                                                                                    | И.ПК(У)-7.1                            |
| РД3                                           | Применять закономерности и методы химической физики для исследования процессов образования ценных органических соединений при термической переработке энергоносителей, выполнять анализ результатов исследований;                                                  | И.ПК(У)-8.1                            |
| РД4                                           | Применять закономерности тепломассообмена, термодинамики и химической кинетики для улучшения технико-экономических характеристик систем и оборудования энерготехнологических установок;                                                                            | И.ПК(У)-8.1                            |
| РД5                                           | Моделировать процессы термической и термокatalитической переработки энергоносителей, основные энерготехнологические процессы (дробления, измельчения, сушки твердого топлива, коксования, деструктивной гидрогенизации и термического растворение, пиролиз и др.); | И.ПК(У)-1.2                            |
| РД6                                           | Моделировать и разрабатывать оборудование энерготехнологий – химические реакторы; топливные элементы, установки водородной энергетики, тепло- и массообменные аппараты, в том числе с воздействием высокоэнергетических потоков;                                   | И.ПК(У)-8.2                            |
| РД7                                           | Проводить оценку экономической эффективности различных способов энерготехнологического использования энергоносителей, а также их влияние на окружающую среду.                                                                                                      | И.ПК(У)-7.1                            |

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. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| Раздел 1. Введение Понятие энерготехнологического комплекса (ЭТК). Роль ЭТК в промышленности и его место. Типы ЭТК и их классификация.                                                                                                                               | РД1,<br>РД2,                                 | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              | Практические занятия      | 6                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |
| Раздел 2. Энерготехнологические комплексы в топливной промышленности. Технологические схемы перспективных энерготехнологических комплексов в добыче, транспорте, переработке различных видов топлива. Энергоэкономическая эффективность использования топлива в ЭТК. | РД3,<br>РД4                                  | Лекции                    | 8                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              | Практические занятия      | 16                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              | Самостоятельная работа    | 32                |
| Раздел 3. Энерготехнологические комплексы в энергетике. Масштабы и эффективность потребления ТЭР при производстве энергии, в системах энергоснабжения. Принципиальные схемы систем ЭТК. Надёжность и управляемость отдельных систем и комплекса в целом.             | РД5,<br>РД6                                  | Лекции                    | 4                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              | Практические занятия      | 8                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              | Самостоятельная работа    | 16                |
| Раздел 4. Экологические вопросы энерготехнологий. Роль ЭТК в охране окружающей среды.                                                                                                                                                                                | РД7                                          | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                              | Самостоятельная работа    | 2                 |

Содержание разделов дисциплины:

**Раздел 1. Введение** Понятие энерготехнологического комплекса (ЭТК). Роль ЭТК в промышленности и его место. Типы ЭТК и их классификация.

**Темы лекций:**

1. Понятие энерготехнологического комплекса (ЭТК). Роль ЭТК в промышленности и его место.
2. Структура ЭТК и его иерархия. Типы ЭТК их классификация.

**Темы практических занятий:**

1. Разработка структур различных ЭТК.
2. Составление материальных балансов ЭТК.
3. Составление энергетических балансов ЭТК.

**Раздел 2. Энерготехнологические комплексы в топливной промышленности.** Технологические схемы перспективных энерготехнологических комплексов в добыче, транспорте, переработке различных видов топлива. Энергоэкономическая эффективность использования топлива в ЭТК.

**Темы лекций:**

3. ЭТК в добыче, транспорте и переработке ядерного топлива.
4. ЭТК в добыче, транспорте и переработке твердого топлива.
5. ЭТК в добыче, транспорте и переработке нефти и природного газа.

**Темы практических занятий:**

4. Разработка алгоритма ЭТК в добыче, транспорте и переработке ядерного топлива.
5. Проведение расчетов ЭТК в добыче, транспорте и переработке ядерного топлива
6. Разработка алгоритма ЭТК в добыче, транспорте и переработке твердого топлива.
7. Проведение расчетов ЭТК в добыче, транспорте и переработке твердого топлива.
8. Разработка алгоритма ЭТК в добыче, транспорте и переработке нефти.
9. Проведение расчетов ЭТК в добыче, транспорте и переработке нефти
10. Разработка алгоритма ЭТК в добыче, транспорте и переработке природного газа.
11. Проведение расчетов ЭТК в добыче, транспорте и переработке природного газа.

**Раздел 3. Энерготехнологические комплексы в энергетике.** Масштабы и эффективность потребления ТЭР при производстве энергии, в системах энергоснабжения. Принципиальные схемы систем ЭТК. Надёжность и управляемость отдельных систем и комплекса в целом.

**Темы лекций:**

6. Анализ потребностей предприятия в энергоресурсах для теплоэнергетических систем.
7. Оптимизация энерготехнологического комплекса предприятия с учетом всех ограничений.

**Темы практических занятий:**

12. Разработка математической модели ЭТК в добыче, транспорте и переработке ядерного топлива.
13. Разработка математической модели ЭТК в добыче, транспорте и переработке твердого топлива.
14. Разработка математической модели ЭТК в добыче, транспорте и переработке нефти.
15. Разработка математической модели ЭТК в добыче, транспорте и переработке природного газа.

**Раздел 4. Экологические вопросы энерготехнологий.** Роль ЭТК в охране окружающей среды.

**Темы лекций:**

8. Экологически чистые энерготехнологические комплексы использования органических топлив

**Темы практических занятий:**

16. Разработка алгоритма и проведение расчетов экономической эффективности и влияния различных ЭТК на окружающую среду

**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 практическим и семинарским занятиям;
- 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. Лебедев, В. А.. Основы энергетики учебное пособие [Электронный ресурс] / Лебедев В. А., Пискунов В. М.. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 140 с.. — Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-8114-3452-7.  
Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/115490> (контент)  
Схема доступа: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/115490.jpg> (миниатюра)
2. Основы современной энергетики учебник для вузов: в 2 т.: / под ред. Е. В. Аметистова. — 7-е изд., испр. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2019  
Т. 1: Современная теплоэнергетика. — 2019. — 512 с.: ил. + 2 л. схем. — Библиография в конце глав. — Словарь основных терминов: с. 485-511. — Основные сокращения: с. 19.. — ISBN 978-5-383-01377-9.
3. Сазанов, Борис Викторович. Промышленные теплоэнергетические установки и системы: учебное пособие / Б. В. Сазанов, В. И. Ситас. — Москва: Издательский дом МЭИ, 2014. — 275 с.: ил.. — Библиогр.: с. 272-274.. — ISBN 978-5-383-00900-0.

#### **Дополнительная литература**

1. Башкова, М. Н.. Основы производства электроэнергии и теплоты: учебное пособие [Электронный ресурс] / М. Н. Башкова, Д. А. Лубяной, С. В. Лубяная; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.2 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader..
2. Кудинов, А. А.. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Электронный ресурс] / Кудинов А. А., Зиганшина С. К.. — Москва: Машиностроение, 2011. — 374 с.. — Книга из коллекции Машиностроение - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-94275-558-4.  
Схема доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2014](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2014) (контент)  
Схема доступа: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/2014.jpg> (миниатюра)
3. Голдаев, Сергей Васильевич. Практикум по математическому моделированию в теплоэнергетике: учебное пособие / С. В. Голдаев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 152 с.: ил.. — Библиогр.: с. 149-150..
4. Теплоэнергетические установки: Сборник нормативных документов [Электронный ресурс]. — Москва: ЭНАС, 2013. — 384 с.. — Книга из коллекции ЭНАС - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-4248-0052-8.  
Схема доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=38574](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38574) (контент)  
Схема доступа: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/38574.jpg> (миниатюра)

### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

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

1. Электронный курс «Компьютерное проектирование оборудования отрасли. Часть 1»  
<https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1085>

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

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
2. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3. Document Foundation LibreOffice;
4. Cisco Webex Meetings;
5. Zoom.

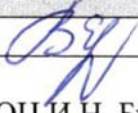
**7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

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<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 301 | Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.<br>WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 302 | Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.<br>WinDjView; 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Document Foundation LibreOffice; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer                                      |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Экологически чистые технологии преобразования энергоносителей» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность               |                                                                                     | ФИО        |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Доцент НОЦ И.Н.Бутакова |  | Губин В.Е. |

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от 30.05.2019 г. №29).

Руководитель НОЦ И.Н. Бутакова,  
д.т.н, профессор

 / Заворин А.С./  
подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение                                                                                                                                                                                                               | Обсуждено на заседании<br>НОЦ И.Н. Бутакова<br>(протокол) |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 2020/2021<br>учебный<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС | № 44 от 26.06.2020                                        |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                           |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                           |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                           |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                           |