

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИИПЭ

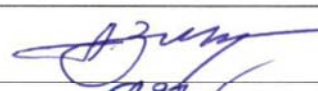
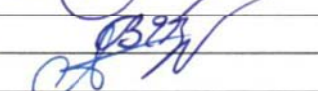
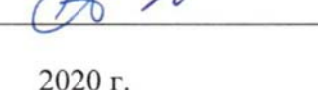
  
А.С. Матвеев  
« 29 » 06 2020 г.

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

**Физико-химические свойства натуральных топлив**

|                                                         |                                                                          |         |     |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------|-----|
| Направление подготовки/<br>специальность                | <b>13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника</b>                           |         |     |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль)) | <b>Экологически чистые технологии<br/>преобразования энергоносителей</b> |         |     |
| Специализация                                           |                                                                          |         |     |
| Уровень образования                                     | высшее образование - магистратура                                        |         |     |
| Курс                                                    | 1                                                                        | семестр | 1   |
| 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 | <b>Зачет</b> | Обеспечивающее<br>подразделение | <b>НОЦ<br/>И.Н.Бутакова</b> |
|---------------------------------|--------------|---------------------------------|-----------------------------|

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

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                                                                                                                                |
| УК(У)-3         | Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели                                                                                              | УК(У)-3.1                         | Организует взаимодействие в команде, распределение ролей и коммуникацию                                                                                                         | УК(У)-3.1                                                   | Командной работы для достижения поставленных целей исследования на всех этапах: проведение работ, обсуждение результатов, оформление отчета |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                                                                 | УК(У)-3.1У1                                                 | Распределять роли в команде для решения поставленных задач                                                                                  |
| ПК(У)-4         | Способен применять современные методы и средства практической инженерной деятельности в сфере создания и эксплуатации современного оборудования и установок для экологически чистого преобразования энергоносителей | ПК(У)-4.2                         | Использует современные средства для решения задач в сфере создания и эксплуатации современного оборудования и установок для экологически чистого преобразования энергоносителей | ПК(У)-4.2В2                                                 | Применения экспериментальных методов определения характеристик топлив                                                                       |
|                 |                                                                                                                                                                                                                     |                                   |                                                                                                                                                                                 | ПК(У)-4.2У1                                                 | Применять современные методы экспериментального исследования характеристик топлив                                                           |
| ПК(У)-6         | Способен определять потребности производства в ресурсах, обоснованию мероприятий по экономии энергоресурс                                                                                                           | ПК(У)-6.1                         | Определяет потребность различных объектов энергетики в топливно-энергетических ресурсах                                                                                         | ПК(У)-6.1В1                                                 | Оценки влияния свойств топливных ресурсов на их потребление                                                                                 |

|  |    |  |  |             |                                                                                                  |
|--|----|--|--|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ОВ |  |  | ПК(У)-6.1У1 | Прогнозировать потребление топливных ресурсов объектом энергетики на основе характеристик топлив |
|  |    |  |  | ПК(У)-6.131 | Основные физико-химические и технологические характеристики топлив, методы их определения        |

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

Дисциплина относится к вариативной части междисциплинарного профессионального модуля 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                                                                                                       |                                           |
| РД1                                           | Понимать особенности месторождений органических топлив, знать состав и классификацию органических топлив.          | ПК(У)-6.1У1                               |
| РД2                                           | Понимать состав минеральной части топлива и знать продукты преобразования в технологиях сжигания.                  | ПК(У)-6.1В1                               |
| РД3                                           | Работать с нормативно-технической литературой.                                                                     | ПК(У)-6.131                               |
| РД4                                           | Использовать методы классификации полиминеральных смесей в угольной пыли и золе уноса.                             | ПК(У)-4.2В2<br>ПК(У)-4.2У1                |
| РД5                                           | Проводить ситовый анализ угольной пыли и гранулометрический анализ дробленого топлива.                             | ПК(У)-4.2В2<br>ПК(У)-4.2У1<br>ПК(У)-6.131 |
| РД6                                           | Проводить технический анализ твердого топлива, очаговых остатков и исследования состава минеральной части топлива. | ПК(У)-4.2В2<br>ПК(У)-4.2У1<br>ПК(У)-6.131 |

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 <sup>1</sup> | Объем времени, ч. |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|
| <b>Раздел 1 Введение. Запасы и происхождения органических топлив</b> | РД1, РД2                                     | Лекции                                 | 2                 |
|                                                                      |                                              | Практические занятия                   | 8                 |
|                                                                      |                                              | Лабораторные занятия                   |                   |

<sup>1</sup> Общая трудоёмкость контактной работы и виды контактной работы в соответствии учебным планом



|                                                                                                    |     |                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------|----|
|                                                                                                    |     | Самостоятельная работа | 8  |
| <b>Раздел 2 Состав и классификация органических топлив</b>                                         | РД3 | Лекции                 | 4  |
|                                                                                                    |     | Практические занятия   | 6  |
|                                                                                                    |     | Лабораторные занятия   |    |
|                                                                                                    |     | Самостоятельная работа | 14 |
| <b>Раздел 3 Кинетика реакций горения</b>                                                           | РД4 | Лекции                 | 4  |
|                                                                                                    |     | Практические занятия   | 4  |
|                                                                                                    |     | Лабораторные занятия   |    |
|                                                                                                    |     | Самостоятельная работа | 10 |
| <b>Раздел 4 Состав минеральной части топлива и продуктов преобразования в технологиях сжигания</b> | РД5 | Лекции                 | 4  |
|                                                                                                    |     | Практические занятия   | 6  |
|                                                                                                    |     | Лабораторные занятия   |    |
|                                                                                                    |     | Самостоятельная работа | 14 |
| <b>Раздел 5 Расплавленное состояние минеральной части твердого топлива</b>                         | РД6 | Лекции                 | 2  |
|                                                                                                    |     | Практические занятия   | 8  |
|                                                                                                    |     | Лабораторные занятия   |    |
|                                                                                                    |     | Самостоятельная работа | 14 |

Содержание разделов дисциплины:

#### **Раздел 1. Запасы и происхождения органических топлив.**

##### **Темы лекций:**

1. Мировые ресурсы органических топлив; крупнейшие месторождения и бассейны; запасы; угольный пласт (лимнические и параллические); угольный бассейн; параметры и характеристики залежей твердых органических топлив (мощность, простирание); характер залегания (геосинклинальный, платформенный); общая характеристика угольных бассейнов России и СНГ; происхождение органических топлив; стадии преобразования гумолитов и сапропелитов; особенности месторождений нефти и природного газа.

##### **Практические занятия:**

1. Технический анализ твердого топлива, отбор пробы топлива;
2. Технический анализ твердого топлива, подготовка аналитической пробы;
3. Технический анализ твердого топлива, определение внешней влаги;
4. Технический анализ твердого топлива, подготовка отчета и защита лабораторных работ;

#### **Раздел 2. Состав и классификация органических топлив**

##### **Темы лекций:**

1. Составные части твердого, жидкого и газообразного топлива; элементный состав твердого топлива; органическая и минеральная часть топлива; петрографические ингредиенты; основные теплотехнические характеристики твердого топлива; массы, характеризующие состояния топлива; основные характеристики жидкого и газообразного топлива; ГОСТы на определения теплотехнических характеристик топлива; методы определения влажности, зольности, выхода летучих веществ,
2. Свойства коксового остатка, теплоты сгорания; определение элементного состава органической части топлива; классификация твердых топлив на виды, типы, марки, классы; гранулометрический и ситовый анализ твердого топлива; анализ состава и свойств жидкого и газообразного топлив.

##### **Практические занятия:**

1. Определение теплотехнических характеристик твердого топлива, зольность.
2. Определение теплотехнических характеристик твердого топлива, выход летучих.
3. Определение теплоты сгорания твердого топлива.



### **Раздел 3. Кинетика реакций горения**

#### **Темы лекций:**

1. Основы кинетики химических реакций. Скорость химической реакции; Типы химических реакций; Обратимые реакции; Последовательные реакции;
2. Параллельные реакции; Цепные реакции; Влияние температуры на скорость химических реакций; Энергия активации; Механизмы химических реакций; Каталитические реакции

#### **Практические занятия:**

1. Расчет скорости химической реакции.
2. Расчет скорости каталитической реакции.

### **Раздел 4. Состав минеральной части топлива и продуктов преобразования в технологиях сжигания**

#### **Темы лекций:**

1. Происхождение минеральных компонентов топлива, их генетические разновидности; процессы, приводящие к накоплению минеральных примесей в твердом топливе; основные группы минералов (макрокомпоненты, микрокомпоненты), их характеристика; распределение минералов в топливе, их перераспределение по фракциям при размоле топлива; процессы преобразования минералов топлива; зола и шлак, их отличие от минеральной части топлива и состав.
2. Методы исследования состава минеральной части топлива; химические анализы (качественные – капельные реакции, избирательное растворение; количественные – полный силикатный, на определение отдельных разновидностей, в том числе разновидностей серы, форм железа, несвязанной извести, водорастворимых соединений, углекислоты карбонатов); рентгенофазовый анализ; термогравиметрия; оптический анализ; электронная микроскопия; спектральные анализы; инфракрасная спектрометрия; комплексный фазовый анализ минеральной части углей с количественной оценкой макрокомпонентных групп; Методы классификации полиминеральных смесей в угольной пыли и золе уноса; ситовый анализ; аэродинамическое разделение на «узкие» фракции; разделение по плотности (основы метода седиментации в тяжелых жидкостях); разделение по магнитным свойствам; методы отделения минеральных веществ от органической массы угля (озоление в различных средах, «мягкое» озоление, окисление перекисью водорода, окисление в низкотемпературной плазме и др.).

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Подготовка проб, измельчение, высушивание.
2. Гранулометрический анализ твердого топлива (разделение исходного топлива по фракциям).
3. Ситовый анализ пыли топлива (определение зольности в разделенных фракциях).

### **Раздел 5. Расплавленное состояние минеральной части твердого топлива**

#### **Темы лекций:**

1. Исследование параметров плавления золы, расплавов золы и шлака; определение плавкости (по деформации образца, по температуре начала плавления, по количеству образующихся фаз);
2. Измерение вязкости расплавов (вискозиметры, классификация расплавов по видам вязкостно-температурной зависимости, параметры нормального течения расплава); определение поверхностного натяжения; оценка коррозионной активности шлаковых расплавов.



### **Названия лабораторных работ:**

1. Ситовый анализ пыли топлива.
2. Расчет коэффициентов полидисперсности и тонкости помола.
3. Ситовый анализ пыли топлива построение зерновых характеристик.
4. Определение вязкости расплавов топлив.

## **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;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к практическим занятиям;
- Подготовка к защите практических работ и зачету.

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

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

#### **Основная литература**

1. Кудинов, Анатолий Александрович. Горение органического топлива : учебное пособие / А. А. Кудинов. — Москва: Инфра-М, 2015. — 390 с.: ил.. — Высшее образование. Бакалавриат. — Библиогр.: с. 383-384.. — ISBN 978-5-16-009439-7.
2. Ягов, В.В.. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях : учебное пособие / Ягов В.В.. — Москва: МЭИ, 2014. — 542 с.. — ISBN 978-5-383-00854-6.  
Схема доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008546.html>
3. Ганиева, Тамилла Фатхиевна. Топлива и масла. Методы улучшения их эксплуатационных свойств : учебное пособие для вузов / Т. Ф. Ганиева, Р. З. Фахрутдинов, Н. Ю. Башкирцева. — Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2017. — 112 с.. — Библиогр.: с. 109-112.. — ISBN 978-5-906109-44-6.

#### **Дополнительная литература**

1. Лебедев Б.В. Технология сжигания органических топлив: учебное пособие [Электронный ресурс] / Б.В. Лебедев, С.К. Карякин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра парогенераторостроения и парогенераторных установок (ПГС и ПГУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 3.7 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m066.pdf>.
2. Коротких А. Г. Теплопроводность материалов: учебное пособие / А. Г. Коротких; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m268.pdf> (дата обращения 06.05.2019). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст : электронный.
3. Вержичинская, Светлана Владимировна. Химия и технология нефти и газа : учебное пособие для среднего профессионального образования / С. В. Вержичинская, Н. Г. Дигуров, С. А. Сеницын. — 3-е изд., испр. и доп.. — Москва: Форум Инфра-М, 2019. — 400 с.: ил.. — Среднее профессиональное образование. — Библиогр.: с. 392-393.. — ISBN 978-5-91134-304-0. — ISBN 978-5-16-013576-2.



## 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

1. Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс» (<http://www.consultant.ru>);
2. Национальная электронная библиотека (<https://нэб.рф>);
3. База реферативных журналов Всероссийского института научной и технической информации (<http://www2.viniti.ru>);
4. Поисковая система Федерального института промышленной собственности по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (<http://www1.fips.ru>);
5. Информационная система ЭКБСОН (<http://www.vlibrary.ru>);
6. Поисковая система Федерального центра информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru>);
7. Электронная библиотека института инженеров электротехники и электроники «IEEE» (<http://ieeexplore.ieee.org>).

### Перечень 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, 406        | Крепление для проектора Perless PRG-UNV - 1 шт.;<br>Комплект учебной мебели на 30 посадочных мест;<br>Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.<br>7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player;<br>AkelPad; Google Chrome; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView                                                                                                                                     |
| 2. | Учебно-научная аудитория для проведения практических занятий. «Лаборатория высокотемпературных экспериментов»<br>634034 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, учебный корпус №4, учебная аудитория 113 | Компьютер – 1 шт.;<br>7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player;<br>AkelPad; Dassault Systemes SOLIDWORKS 2020 Education; Google Chrome; MathWorks MATLAB Full Suite R2017b; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; PTC Mathcad 15 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView<br>Аппаратно-программный комплекс на базе хроматографа «Хромотэк-Кристалл-5000» – 1 шт |
| 3. | Учебно-научная аудитория для проведения практических занятий (Калориметрическая лаборатория)<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а,                                                          | Компьютер – 1 шт.<br>7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player;<br>AkelPad; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView;<br>Прибор для элементного анализа твердых органических                                                                                                                                                    |

|    |                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 304                                                                                                                                                                                        | топлив и продуктов их преобразования Vario Micro Cube – 1 шт.;<br>Анализатор влажности – 1 шт;<br>Хроматограф – 1 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4. | Учебно-научная аудитория для проведения практических занятий (Химическая лаборатория).<br>634034 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, учебный корпус №4, учебная аудитория 305 | Компьютер – 1 шт.<br>7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView;<br>Прибор для элементного анализа твердых органических топлив и продуктов их преобразования Vario Micro Cube – 1 шт.;<br>Анализатор влажности – 1 шт;<br>Хроматограф – 1 шт. |
| 5. | Учебно-научная аудитория для проведения практических занятий (Химическая лаборатория).<br>634034 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, учебный корпус №4, учебная аудитория 307 | Сушильный шкаф – 1 шт.;<br>Весы аналитические – 2 шт.;<br>Весы электронные – 6 шт.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Экологически чистые технологии преобразования энергоносителей» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность                |                                                                                     | ФИО            |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Доцент НОЦ И.Н. Бутакова |  | Янковский С.А. |

Программа одобрена на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол от 26.06.2020 г. № 44).

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

 / Заворин А.С./  
подпись