

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Кумертауский филиал  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»  
(Кумертауский филиал ОГУ)

Кафедра электроснабжения промышленных предприятий (КФ)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УМ и НР

Л.Ю. Полякова

(подпись, расшифровка подписи)

2023г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.13 Тепловые двигатели и нагнетатели»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

(код и наименование направления подготовки)

Энергообеспечение предприятий

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Кумертау 2023

**Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.13 Тепловые двигатели и насосы» /сост. А.В. Богданов. - Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2023**

Рабочая программа предназначена обучающимся очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

© Богданов А.В., 2023  
© Кумертауский филиал ОГУ, 2023

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины: состоит в ознакомлении с теоретическими основами и принципами действия компрессоров различных типов, работающих на разнообразных рабочих телах (воздух, кислород, фреон, аммиак и другие газы), насосов и вентиляторов, паровых и газовых турбин, детандеров, используемых в энергетическом хозяйстве промышленных предприятий, конструктивным оформлением этих машин, методами их расчета и конструирования, характерными режимами и технико-экономическими показателями их работы.

### Задачи:

- получить представление об использовании нагнетателей и тепловых двигателей в различных отраслях народного хозяйства, включая и тепловые электростанции;
- освоить методы расчета основных характеристик машин, позволяющие производить коррекцию характеристик при изменении типоразмеров, условий эксплуатации и т.д.;
- освоить методы конструирования машин по заданным условиям;
- изучить отдельные конструкции гидромашин на примере насосов, вентиляторов, компрессоров, паровых турбин, газотурбинных установок, двигателей внутреннего сгорания;
- изучить назначение и работу систем регулирования, защиты, маслоснабжения и конденсационных устройств паровых турбин.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.16 Теоретические основы теплотехники, Б1.Д.В.13 Введение в специальность, Б1.Д.В.14 Котельные установки и парогенераторы, Б1.Д.В.15 Основы инженерной деятельности, Б1.Д.В.19 Общая электротехника*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.6 Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии, Б2.П.В.П.3 Преддипломная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций   |
|--|--|---|
| ПК*-7 Способен к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов | ПК*-7-В-1 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности<br>ПК*-7-В-2 Использует знания в области электротехники, теплотехники, гидравлики, гидрогазодинамики и механики для подготовки предложений по совершенствованию оборудования, средств автоматизации и механизации | <b>Знать:</b><br>Устройство и принцип работы насосов, компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, вентиляторов, турбин.<br><b>Уметь:</b><br>- Диагностировать техническое состояние насосов, компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, вентиляторов, турбин; составлять проекты планов текущего и капитального ремонта насосов, компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, вентиляторов, турбин.<br><b>Владеть:</b><br>- Навыками анализа работы насосов, компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, вентиляторов, турбин, контрольно-измерительных приборов и автоматики, проведение |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  |   | <p>учета выявленных неисправностей и дефектов и отражение результатов в отчетной документации;</p> <p>- Навыками подбора насосов, компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, вентиляторов, турбин для технологических нужд предприятий.</p>   |
| <p>ПК*-8 Способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования</p> | <p>ПК*-8-В-1 Владеет организацией работы по изучению и внедрению научно-технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта в сфере теплоснабжения</p> <p>ПК*-8-В-2 Демонстрирует знания по техническому обслуживанию и ремонту котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования, трубопроводов, КИПиА, инженерных сетей, зданий и сооружений</p> | <p><b><u>Знать:</u></b><br/>Методики ведения патентного поиска и поиска научно-технической информации по отечественным и зарубежным источникам по тематике исследования.</p> <p><b><u>Уметь:</u></b><br/>Обосновывать необходимость вывода насосов, компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, вентиляторов, турбин, контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА) в ремонт.</p> <p><b><u>Владеть:</u></b><br/>Нормативно-правовыми актами, а также инструкциями и методическими рекомендациями, регламентирующие деятельность в сфере обслуживания и эксплуатации насосов, компрессоров, двигателей внутреннего сгорания, вентиляторов, турбин.</p> |
| <p>ПК*-9 Способен к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт</p>                  | <p>ПК*-9-В-1 Демонстрирует знание технологического оборудования, особенностей его монтажа и эксплуатации</p>  | <p><b><u>Знать:</u></b><br/>Особенности агрегатов, узлов и деталей технологического оборудования.</p> <p><b><u>Уметь:</u></b><br/>Проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию оборудования.</p> <p><b><u>Владеть:</u></b><br/>Способностью участвовать в работах по техническому обслуживанию, ремонту и ведения технической документации технологического оборудования.</p>   |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

| Вид работы   | Трудоемкость,<br>академических часов |                  |               |
|--|--------------------------------------|------------------|---------------|
|  | 6 семестр                            | 7 семестр        | всего         |
| <b>Общая трудоёмкость</b>  | <b>144</b>                           | <b>108</b>       | <b>252</b>    |
| <b>Контактная работа:</b>  | <b>30,25</b>                         | <b>52,5</b>      | <b>82,75</b>  |
| Лекции (Л)   | 16                                   | 18               | 34            |
| Практические занятия (ПЗ)  |                                      | 16               | 16            |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 14                                   | 16               | 30            |
| Консультации   |                                      | 1                | 1             |
| Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий  |                                      | 1                | 1             |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)  | 0,25                                 | 0,5              | 0,75          |
| <b>Самостоятельная работа:</b><br>- выполнение курсовой работы (КР);<br>- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);<br>- выполнение расчетно-графического задания (РГЗ);<br>- написание реферата (Р);<br>- написание эссе (Э);<br>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);<br>- подготовка к лабораторным занятиям;<br>- подготовка к практическим занятиям;<br>- подготовка к коллоквиумам;<br>- подготовка к рубежному контролю и т.п.) | <b>113,75</b>                        | <b>55,5</b><br>+ | <b>169,25</b> |
| <b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>   | <b>зачет</b>                         | <b>экзамен</b>   |               |

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

| № раздела | Наименование разделов                | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|--------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |                                      | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |                                      |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 1         | Введение                             | 28               | 4                 | -  | 4  | 20             |
| 2         | Теоретические основы работы ТДиН     | 38               | 4                 | -  | 4  | 30             |
| 3         | Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) | 36               | 4                 | -  | 4  | 28             |
| 4         | Вентиляторы                          | 42               | 4                 | -  | 2  | 36             |
|           | Итого:                               | 144              | 16                | -  | 14 | 114            |

## Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|-----------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |                       | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |                       |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 5         | Насосы                | 37               | 6                 | 6  | 6  | 19             |
| 6         | Компрессоры           | 37               | 6                 | 6  | 6  | 19             |
| 7         | Турбины               | 34               | 6                 | 4  | 4  | 20             |
|           | Итого:                | 108              | 18                | 16 | 16 | 58             |
|           | Всего:                | 252              | 34                | 16 | 30 | 172            |

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### 1 Введение.

Краткий исторический обзор. Программа курса: что относится к ТДиН; цели и задачи дисциплины; содержание дисциплины. Общая классификация ТДиН: классификация по различным признакам; ТДиН объёмного действия; ТДиН динамического действия.

#### 2 Теоретические основы работы ТДиН.

Основные параметры ТДиН. Законы термодинамики при описании процессов в ТДиН. Изображение процессов в диаграммах состояния. КПД.

#### 3 Двигатели внутреннего сгорания (ДВС).

Классификация и области применения ДВС. Устройство и принципы работы ДВС. Процессы в ДВС в диаграммах состояния. Смесеобразование и воспламенение в ДВС. Четырёхтактные и двухтактные ДВС. Тепловой и динамический расчёт ДВС (курсовая работа). Проектирование, монтаж и эксплуатация ДВС.

#### 4 Вентиляторы.

Классификация и области использования вентиляторов. Устройство и принципы работы центробежного и осевого вентилятора. Характеристики вентиляторов. Работа вентиляторов в диаграммах состояния. Зоны устойчивости работы. Влияние самотяги. Регулирование вентиляторов. Основные задачи и типовые расчёты при подборе вентиляторов. Проектирование, монтаж и эксплуатация вентиляторов.

#### 5 Насосы.

Классификация и области использования насосов. Устройство и принципы работы основных типов насосов. Характеристики насосов. Работа насосов в диаграммах состояния. Максимальная высота всасывания. Кавитация. Осевое усилие. Формы рабочих колёс. Влияние вязкости среды. Насосные станции. Регулирование насосов. Подбор насосов. Индикаторные диаграммы. Проектирование, монтаж и эксплуатация насосов.

#### 6 Компрессоры.

Классификация и области использования компрессоров. Устройство и принципы работы основных типов компрессоров. Характеристики компрессоров. Процессы сжатия и их изображение в диаграммах состояния. Действительная индикаторная диаграмма. Многоступенчатое сжатие. Зоны неустойчивости. Обеспечение постоянного давления у потребителя. Помпаж. Вредное (мёртвое) пространство. Регулирование компрессоров. Подбор компрессоров. Индикаторные диаграммы. Проектирование, монтаж и эксплуатация компрессоров.

#### 7 Турбины.

Классификация и области применения турбин: активные и реактивные турбины (ступени турбины); паровые и газовые турбины; гидротурбины; турбодетандеры. Устройство и принципы работы турбин. Конструкционные особенности. Основные характеристики работы турбин. Изображение процессов в диаграммах состояния. Оптимизация работы ПТУ: повышение начальных параметров; регенеративный подогрев питательной воды; промежуточный перегрев пара; комбинированная выработка тепловой и электрической энергии. Оптимизация работы ГТУ: регенерация теплоты; ступенчатое сжатие и сгорание; многовальная компоновка; применение замкнутых схем.

Расчёт основных параметров турбинных установок. Проектирование, монтаж и эксплуатация турбинных установок.

### 4.3 Лабораторные работы

| № ЛР | № раздела      | Наименование лабораторных работ                                 | Кол-во часов |
|------|----------------|---|--------------|
| 1    | 4.2.7          | Определение характеристик центробежного вентилятора             | 4            |
| 2    | 4.2.7<br>4.2.2 | Испытание осевого вентилятора                                   | 2            |
| 3    | 4.2.6          | Исследование работы поршневого компрессора                      | 4            |
| 4    | 4.2.6          | Изучение конструкций насосов                                    | 4            |
| 5    | 4.2.7          | Испытания вихревого насоса                                      | 2            |
| 6    | 4.2.6          | Исследование работы насосов при параллельном включении          | 2            |
| 7    | 4.2.8          | Исследование работы насосов при последовательном включении      | 2            |
| 8    | 4.2.6          | Изучение конструкции и принципа действия гидравлического тарана | 2            |
| 9    | 4.2.4<br>4.2.3 | Паровая турбина со ступенями скорости                           | 4            |
| 10   | 4.2.5          | Газотурбинная установка малой мощности                          | 2            |
| 11   | 4.2.3          | Испытание двигателя внутреннего сгорания                        | 2            |
|      |                | Итого:  | 30           |

### 4.4 Практические занятия (семинары)

| № занятия | № раздела | Тема   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1         | 4.2.5     | Изучение конструкций компрессоров                              | 1            |
| 2         | 4.2.6     | Изучение конструкций вентиляторов                              | 1            |
| 3         | 4.2.3     | Регулирование паровых турбин                                   | 1            |
| 4         | 4.2.2     | Переменные режимы паровых турбин                               | 1            |
| 5         | 4.2.5     | Турбины для комбинированной выработки теплоты и электроэнергии | 2            |
| 6         | 4.2.6     | Системы маслоснабжения, регулирования и защиты турбин          | 2            |
| 7         | 4.2.3     | Конструкции паровых турбин                                     | 2            |
| 8         | 4.2.8     | Особенности конструирования турбодетандоров                    | 1            |
| 9         | 4.2.9     | Двигатели Стерлинга  | 1            |
| 10        | 4.2.6     | Расчет центробежного компрессора                               | 2            |
| 11        | 4.2.6     | Расчет разветвленного трубопровода с подбором насоса на сеть   | 2            |
|           |           | Итого:   | 16           |

### 4.5 Курсовая работа (7 семестр)

- Тепловой и динамический расчёт двигателя внутреннего сгорания.

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1 Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие / В. В. Черниченко, В. И. Лукьяненко, П. А. Солженикин, А. В. Исанова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия,

2021. – 171 с. : ил., табл., схем., граф. – ISBN 978-5-9729-0589-8. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618448>.

2 Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика. Основное оборудование : учебник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 416 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08545-7. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/512921>.

## 5.2 Дополнительная литература

1. Нагнетатели, тепловые двигатели и термотрансформаторы в системах энергообеспечения предприятий : учеб. пособие / В.И. Ляшков. — М. : ИНФРА-М, 2018. — 218 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/22122](http://www.dx.doi.org/10.12737/22122). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=942815>

2. Толшин, В. И. Исследование переходных режимов тепловых двигателей [Электронный ресурс] : учеб. пос. / В. И. Толшин. - М. : МГАВТ, 2007. - 88 с. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/> - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/401155>

3. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика: энергетическое оборудование. В 2 ч. Часть 1 : справочник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Э. А. Киреева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 222 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03275-8. — - Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/514407>.

4. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика: энергетическое оборудование. В 2 ч. Часть 2 : справочник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Э. А. Киреева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 371 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03276-5. — - Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/514433>.

5. Тепловая электрическая станция — это очень просто : учебное пособие / К. Э. Аронсон, Ю. М. Бродов, Н. В. Желонкин, М. А. Ниренштейн ; под общ. ред. Ю. М. Бродова ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2016. – 207 с. : схем., ил. – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=688980>.

## 5.3 Периодические издания

Двигателестроение : журнал. - Москва : ЦНИДИЭС, 1987-2014

## 5.4 Интернет-ресурсы

<http://www.caddet-re.org> Информация о технологиях в области возобновляемой энергетики и энергосбережения, применяемых в разных странах мира;

<http://www.energosbereg.ru>. Энергосбережение, новости энергетики, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии;

[www.rubricon.ru](http://www.rubricon.ru) Проект Рубрикон;

<http://window.edu.ru> Единое окно доступа к образовательным ресурсам;

<http://www.fips.ru> Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам;

[www.nature.com](http://www.nature.com) Национальный электронно-информационный консорциум.

## 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

– Операционная система РЕД ОС

– Пакет офисных приложений LibreOffice (Writer, Calc, Impress, Math, Draw, Base)

– 7zip — архиватор: P7Zip

– Веб-браузер с поддержкой ГОСТовского шифрования для работы с ГИС (госИС):

Chromium



- Программа для создания и обработки растровой графики с частичной поддержкой работы с векторной графикой: GIMP
- САПР КОМПАС-3D
- Простой редактор файлов PDF: PDFedit
- <https://yandex.ru/> - бесплатный российский Интернет обозреватель Яндекс. Браузер
- <http://aist.osu.ru/> АИССТ ОГУ - автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования ОГУ

### **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду филиала и ОГУ.

### **К рабочей программе прилагаются:**

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

**ЛИСТ**  
**согласования рабочей программы**

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
код и наименование

Профиль: Энергообеспечение предприятий

Дисциплина: Б1.Д.В.13 Тепловые двигатели и насосы

Форма обучения: очная

Год набора 2023

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры

протокол № 1 от «31» августа 2023 г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры



подпись

А.В. Богданов  
расшифровка подписи

Исполнители:  
доцент каф. ЭПП

должность



подпись

А.В. Богданов  
расшифровка подписи

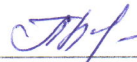
должность

подпись

расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол № 1 от «04» сентября 2023 г.

Председатель НМС



подпись

Л.Ю. Полякова  
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой ЭПП



подпись

А.В. Богданов  
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой



С.Н. Козак