



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образование  
высшего образования  
«Волгоградский государственный технический университет»



Факультет транспортных, инженерных систем и техносферной безопасности

УТВЕРЖДЕНО  
Факультет транспортных, инженерных систем и  
техносферной безопасности  
Декан Мензелинцева Надежда Васильевна  
30.06.2024 г.

## Тепловые двигатели и нагнетатели

### рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

Закреплена за кафедрой Энергоснабжение и теплотехника и теплогазоснабжение и вентиляция  
Учебный план 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
Профиль Энергообеспечение предприятий  
Квалификация бакалавр  
Срок обучения 4 года

Форма обучения очная  
Виды контроля в семестрах: экзамены 4  
Общая трудоемкость 4 ЗЕТ

Семестр(Курс.Номер семестра на курсе)	4(2.2)		Итого	
	УП	ПП	УП	ПП
Лекции	40	40	40	40
Практические	24	24	24	24
Лабораторные	6	6	6	6
Итого ауд.	70	70	70	70
Контактная работа	70.35	70.35	70.35	70.35
Сам. работа	38	38	38	38
Часы на контроль	35.65	35.65	35.65	35.65
Практическая подготовка	0	0	0	0
Итого трудоемкость в часах	144	144	0	0

## ЛИСТ ОДОБРЕНИЯ, СОГЛАСОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработчик(и) программы:

доцент Усадский Денис Геннадиевич ктн

Рецензент(ы):

(при наличии)

Рабочая программа дисциплины (модуля, практики)

**Тепловые двигатели и нагнетатели**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки  
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль: Энергообеспечение предприятий

утвержденного учёным советом вуза от 31.05.2023 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Энергоснабжение и теплотехника и теплогазоснабжение и вентиляция**

04.07.2024 номер протокола 11 2023 г.

Зав. кафедрой Стефаненко Игорь Владимирович

СОГЛАСОВАНО:

Факультет транспортных, инженерных систем и техносферной безопасности

Председатель НМС факультета: Мензелинцевой Надежды Васильевны

Протокол заседания НМС от

30.06.2024 г. № 1

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ). ВИД, ТИП ПРАКТИКИ, СПОСОБ И ФОРМА (ФОРМЫ) ЕЕ ПРОВЕДЕНИЯ.</b>
Целями освоения дисциплины является теоретическая и практическая подготовка бакалавра к решению в своей профессиональной деятельности проблем классификация тепловых двигателей и нагнетателей, ти-пы коммуникаций в системах промтеплоэнергетики, схемы и основные показатели.

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.06
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Гидрогазодинамика
2.1.2	Тепломассообмен
2.1.3	Техническая термодинамика
2.1.4	Физика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Энергетические обследования предприятий
2.2.2	Автоматизация систем теплоэнергетики
2.2.3	Производственная практика, преддипломная
2.2.4	Энергосбережение в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)</b>
<b>ПК-5: Выполнение компоновочных решений, тепловых схем, разводки трубопроводов, отдельных узлов и элементов по установке оборудования и обвязке трубопроводами на основании задания руководителя</b>
<i>ПК-5.1: Выполняет проектирование отдельных узлов и элементов по установке оборудования и обвязке трубопроводами в области тепловых двигателей и нагнетателей.</i>
Результаты обучения: Знает требования по проектированию отдельных узлов и элементов по установке оборудования и обвязке трубопроводами в области тепловых двигателей и нагнетателей.

<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)</b>				
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Форма контроля
1	<b>Раздел 1. Обучение</b>			
1.1	Тепловые двигатели /Тема/	4	0	
1.1.1	Классификация двигателей внутреннего сгорания. Термический КПД ДВС. Топливо, топливовоздушные смеси и продукты сгорания ДВС. Экологические показатели работы двигателя. Тепловой баланс двигателя и тепловые нагрузки. /Лек/	4	6	
1.2	Паротурбинные и газотурбинные установки. /Тема/	4	0	
1.2.1	Схемы установок. КПД и мощность. Основные показатели работы. /Лек/	4	4	
1.3	Нагнетатели. /Тема/	4	0	
1.3.1	Классификация. Область применения. Основы теории. Мощность и КПД. Осевые и радиальные силы в центробежных насосах. Теоретические характеристики. Испытание насосов. Центробежные насосы. КПД насосов. Кавитация. Допустимая высота всасывания. Основные части конструкции, применяемые материалы. Насосное оборудование электрических станций, Тепловых сетей и атомных станций. Выбор насосов по заданным рабочим параметрам. Приводные двигатели. Центробежные вентиляторы. Основные понятия. Давление развиваемое вентиляторами. Самотяга. Коэффициент полного давления. Подача, мощность, КПД. Выбор вентилятора. Тягодутьевые и вентиляторные установки. Осевые насосы и вентиляторы. Напор, потери энергии, КПД. Многоступенчатые машины. Характеристики. Регулирование подачи. Поршневые и роторные насосы. /Лек/	4	10	
1.4	Компрессоры. /Тема/	4	0	

1.4.1	Основы теории. Типы компрессоров. Основные понятия. КПД компрессоров. Охлаждение. Ступенчатое сжатие. Количество ступеней. Промежуточное давление. Осевые и роторные компрессоры. Ступени компрессора. Конструктивные формы. Мощность и КПД. Центробежные компрессоры. Ступень компрессора. Мощность. Расчет ступени. Поршневые компрессоры. Мощность и КПД. Вредное пространство. Многоступенчатое сжатие. Энергетический баланс. Экономичность работы. Машины специальных типов. Вихревые насосы. Водокольцевые и вакуумные насосы. Встроенные насосы. /Лек/	4	10	
1.5	Тепловые насосы. /Тема/	4	0	
1.5.1	Термодинамические основы. Показатели эффективности цикла. Эксергиянетто. Сравнение с расчетом по приведенным затратам. Тепловые насосы в теплоснабжении предприятий. Воздушноконтактный тепловой насос. Выработка пара. Крупные теплонасосные станции. /Лек/	4	6	
1.6	Холодильные машины и установки. /Тема/	4	0	
1.6.1	Физические принципы получения холода. Тепло и холод. Изменение агрегатного состояния тел. Способы получения искусственного холода. Холодильные агенты и хладоносители. Теплопередача в холодильных аппаратах. /Лек/	4	4	
1.6.2	Решение задач /Пр/	4	24	
1.6.3	Подготовка к решению задач /Ср/	4	38	
1.7	Занятия лабораторного типа /Тема/	4	0	
1.7.1	Определение напора и расхода в компрессоре. /Лаб/	4	2	
1.7.2	Определение эффективности работы вакуумных насосов. /Лаб/	4	2	
1.7.3	Расчет циклов компрессоров одноступенчатых и многоступенчатых. /Лаб/	4	1	
1.7.4	Расчет циклов холодильных машин. /Лаб/	4	1	
2	<b>Раздел 2. Промежуточная аттестация</b>			
2.1	Экзамен /Тема/	4	0	
2.1.1	Подготовка к экзамену /Экзамен/	4	35.65	
2.1.2	Контактная работа с ППС /КоРа/	4	0.35	

Примечание. Формы контроля: Эк – экзамен, К- контрольная работа, Ко- контрольный опрос, Сз- семестровое задание, З-зачет, ОП -отчет по практике, Зд-задание, Р-реферат.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Оценочные средства планируемых результатов обучения представлены в виде фондов оценочных средств (ФОС), разработанных в соответствии с локальным нормативным актом университета. ФОС может быть представлен в Приложении к рабочей программе.

1. Перечень компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины:

ПК-5.1: Выполняет проектирование отдельных узлов и элементов по установке оборудования и обвязке трубопроводами в области тепловых двигателей и нагнетателей.

Контролируемые разделы дисциплины - темы 1.1-1.7

2. Показатели и критерии оценивания компетенций

ОПК-3, ОПК-5: контролируемые разделы - темы 1.1 - 1.5; оценочные средства - контрольная работа, тест, экзамен.

3. Описание шкал оценивания

3.1. Оценочное средство - контрольная работа:

18,0 – 20,0 контрольная работа выполнена на высоком уровне (расчет выполнен без ошибок, ответы на 90-100% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные)

14,0 – 17,0 контрольная работа выполнены на хорошем уровне (имеются незначительные замечания, ответы на 75-90% вопросов, задаваемых в процессе защиты, правильные)

10,0 – 13,0 контрольная работа выполнены на удовлетворительном уровне (работа в целом соответствует предъявляемым требованиям, но имеются замечания, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные в 65-75% случаев) менее 10,0 курсовой проект, курсовая работа выполнены на неудовлетворительном уровне (работа отсутствует, выполнена с принципиальными отклонениями от предъявляемых требований, имеются серьезные ошибки, ответы на вопросы, задаваемые в процессе защиты, правильные менее, чем в 65 %)

3.2. Оценочное средство - тест\*:

4,0 – 5,0 если правильные ответы даны на 95 – 100 % вопросов

3,0 – 4,0 если правильные ответы даны на 60 – 94 % вопросов

2,0 – 3,0 если правильные ответы даны на 51 – 59 % вопросов  
менее 2,0 правильные ответы даны менее чем на 50 % включительно

\*Примечание: критерии и шкала оценивания за выполнение одного теста.

### 3.3. Оценочное средство - собеседование\*:

5,0 если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 95 – 100 % вопросов

4,0 если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 60 – 94 % вопросов

3,0 если правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны на 51 – 59 % вопросов

менее 3,0 правильные ответы на поставленные вопросы в ходе отчета лабораторной работы даны менее чем на 50 % включительно

\*Примечание: Критерии и шкала оценивания за отчет одной выполненной лабораторной работы

### 3.4. Оценочное средство - экзамен:

35 – 40 баллов: экзамен сдан на отлично (ответы на 80-100 % правильные);

25 – 34 балла: экзамен сдан на хорошем уровне (ответы на 70-79 % правильные);

15 – 24 балла: экзамен сдан на удовлетворительном уровне (ответы на 50 - 69 % правильные);

0 - 14 баллов: экзамен не сдан (ответы правильные менее, чем на 50 %).

4. Примеры типовых контрольных заданий по каждому оценочному средству и методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, опыта деятельности

#### 4.1 Контрольная работа

контрольная работа включает в себя следующие основные разделы:

Расчёт воздухопроводов механической вентиляции.

Расчёт воздухопроводов естественной вентиляции.

Расчёт воздухопроводов системы аспирации.

Расчёт приточных струй и вытяжных факелов вентиляции

Защита контрольной работы проводится устно в виде собеседования.

#### 4.2. Тест

Тест - система стандартизованных заданий, позволяющих автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Тест проводится в форме тестирования аудиторно или средствами ЭИОС.

При проведении контрольного опроса в форме тестирования средствами ЭИОС студент должен ответить "верно" или "неверно" на 10 вопросов. Время прохождения тестирования может быть установлено в пределах 10-15 мин.

#### 4.3. Экзамен

Экзамен - средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимися на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выявление объема знаний обучающихся по определенному разделу после выполнения им лабораторной работы. Примерные вопросы по экзамену в зависимости от выполненной работы и рекомендуемая литература для самостоятельной подготовки к отчету.

Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену:

1.Классификация двигателей внутреннего сгорания.

2.Термический КПД ДВС.

3.Топливо, топливовоздушные смеси и продукты сгорания ДВС.

4.Экологические показатели работы двигателя.

5.Тепловой баланс двигателя и тепловые нагрузки.

6.Паротурбинные и газотурбинные установки.

7.Схемы установок. КПД и мощность. Основные показатели работы. Область применения. Основы теории.

8.Мощность и КПД. Осевые и радиальные силы в центробежных насосах. Теоретические характеристики.

9.Испытание насосов. Центробежные насосы. КПД насосов.

10.Кавитация. Допустимая высота всасывания.

11.Основные части конструкции, применяемые материалы.

12.Насосное оборудование электрических станций, Тепловых сетей и атомных станций.

13.Выбор насосов по заданным рабочим параметрам. Приводные двигатели.

14.Центробежные вентиляторы. Основные понятия. Давление развиваемое вентиляторами. Самотяга. Коэффициент полного давления.

15.Подача, мощность, КПД. Выбор вентилятора. Тягодутьевые и вентиляторные установки.

16.Осевые насосы и вентиляторы. Напор, потери энергии, КПД.

17.Многоступенчатые машины. Характеристики. Регулирование подачи. Поршневые и роторные насосы.

18.Компрессоры. Основы теории. Типы компрессоров. Основные понятия. КПД компрессоров.

19.Охлаждение. Ступенчатое сжатие. Количество ступеней. Промежуточное давление.

Севые и роторные компрессоры. Ступени компрессора. Конструктивные формы. Мощность и КПД.

20.Центробежные компрессоры. Ступень компрессора. Мощность. Расчет ступени. Поршневые компрессоры. Мощ-ность и КПД. Вредное пространство. Многоступенчатое сжатие. Энергетический баланс.

- 21.Экономичность работы. Машины специальных типов. Вихревые насосы. Водокольцевые и вакуумные насосы. Востренные насосы.
- 22.Показатели эффективности цикла. Эксергия-нетто. Сравнение с расчетом по приведенным затратам. Тепловые насосы в теплоснабжении предприятий.
- 23.Воздушно-контактный тепловой насос. Выработка пара. Крупные теплонасосные станции.
- 24.Физические принципы получения холода. Тепло и холод. Изменение агрегатного состояния тел. Способы получения искусственного холода.
- 25.Холодильные агенты и хладоносители. Теплопередача в холодильных аппаратах.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство,	Электронный адрес
Л1.1	Бальян С. В.	Техническая термодинамика и тепловые двигатели: учеб. пособие для студ. неэнергет. спец. вузов	М.-Л.: Машгиз, 1958	
Л1.2	Иноземцев Н. В.	Курс тепловых двигателей: учеб. для авиац. вузов	М.: Оборонгиз, 1954	
Л1.3	Попова, Фокин	Тепловые двигатели и нагнетатели: учеб. пособие для студентов оч. и заоч. форм обучения по специальности "Энергообеспечение предприятий"	Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 2009	
Л1.4	Минин, Лепилов	Насосы, вентиляторы, компрессоры, тепловые двигатели и нагнетатели: лаб. практикум [по специальностям ТГВ 270109 (дисциплина "Насосы, вентиляторы, компрессоры" (СД.09) ЭОП 140106 (дисциплина "Тепловые двигатели и нагнетатели" (СД.07)]	Волгоград: Изд-во ВолгГАСУ, 2010	

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	ЭБС "Лань"
Э2	ЭБС "Book.ru"
Э3	Электронный каталог ИБЦ ИАиС

### 6.3 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	СДО "Moodle"
6.3.1.2	Windows
6.3.1.3	Adobe Acrobat Reader DC
6.3.1.4	LibreOffice

### 6.4 Перечень информационных справочных систем и электронных библиотечных систем (ЭБС)

6.3.2.1	Электронный каталог ИБЦ ИАиС
6.3.2.2	Электронный каталог ИБЦ ВолгГТУ
6.3.2.3	ЭБС "Book.ru"
6.3.2.4	ЭБС "Лань"
6.3.2.5	Электронная информационная образовательная среда университета

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ) /ОБОРУДОВАНИЕ

7.1	1. Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации / Учебная мебель, учебная доска, интерактивная трибуна, проектор.
7.2	2. Аудитория для самостоятельной работы обучающихся / Учебная мебель, компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.
7.3	3. Лаборатория "Теплотехника" для проведения лабораторных работ.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ)

Организация образовательного процесса по дисциплине регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет дисциплины (переаттестации ее части), если она была освоена в процессе предшествующего обучения. Перезачет (переаттестации ее части) освобождает обучающегося от необходимости повторного освоения дисциплины (полностью или частично).

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и практическими занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в электронной информационной образовательной среде.

Практические занятия представляют собой систематизированное изложение основных вопросов учебного плана. На первом занятии лектор информирует студентов о рекомендуемой литературе и электронных источниках информации по дисциплине, с указанием, какой учебник (учебное пособие) является базовым. Основной формой проведения практических занятий является решение конкретных задач. Каждому практическому занятию предшествует самостоятельная подготовка студента, включающая: ознакомление с содержанием практического занятия по методическим указаниям; проработку теоретической части по лекционному материалу и учебникам, рекомендованным в методических указаниях.

Самостоятельная работа студентов включает изучение законспектированного на лекционных занятиях материала, дополнение его с учетом рекомендованной по данной теме литературы, самостоятельную подготовку к практическим занятиям, самостоятельное выполнение и оформление заданий контрольной работы, аналогичных выполненным на занятиях.

В течении семестра для студентов проводятся групповые текущие консультации по учебной дисциплине.

Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн), в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ (при необходимости).

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.