

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

«30» мая 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Тепловые двигатели и нагнетатели**

Направление подготовки

**13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность (профиль) подготовки

**Промышленная теплоэнергетика**

Квалификация выпускника

**Бакалавр**

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Тепловые двигатели и нагнетатели» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

- 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники);

- 20 Электроэнергетика (в сфере теплоэнергетики и теплотехники).

Дисциплина направлена на решение типов задач профессиональной деятельности:

-сервисно-эксплуатационный

-наладочный

-организационно-управленческий

-производственно-технологический

-проектно-конструкторский.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, на основе примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», (уровень образования -бакалавриат).

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-3	Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ПКв-3</sub> – Применяет методы расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности
			ИД-2 <sub>ПКв-3</sub> – Знает методы ведения режимов работы объектов профессиональной деятельности
			ИД-3 <sub>ПКв-3</sub> – Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и обеспечения технологических режимов работы объектов профессиональной деятельности
2	ПКв-4	Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ПКв-4</sub> – Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики объектов профессиональной деятельности
			ИД-2 <sub>ПКв-4</sub> – Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности
			ИД-3 <sub>ПКв-4</sub> – Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования объектов профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 <sub>ПКв-3</sub> – Применяет методы расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности	Знает методы расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности
	Умеет рассчитывать показатели функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности

ИД-2 <sub>ПКв-3</sub> – Знает методы ведения режимов работы объектов профессиональной деятельности	Знает методы ведения режимов работы объектов профессиональной деятельности
	Умеет осуществлять режимы работы объектов профессиональной деятельности
	Владеет методами ведения режимов работы объектов профессиональной деятельности
ИД-3 <sub>ПКв-3</sub> – Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и обеспечения технологических режимов работы объектов профессиональной деятельности	Знает задачи эксплуатации и обеспечения технологических режимов работы объектов профессиональной деятельности
	Умеет эксплуатировать и обеспечивать технологические режимы работы объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками эксплуатации и обеспечения технологических режимов работы объектов профессиональной деятельности
ИД-1 <sub>ПКв-4</sub> – Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики объектов профессиональной деятельности	Знает методы и технические средства испытаний и диагностики объектов профессиональной деятельности
	Умеет применять методы и технические средства испытаний и диагностики объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками применения методов и технических средств испытаний и диагностики объектов профессиональной деятельности
ИД-2 <sub>ПКв-4</sub> – Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности	Знает методы организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности
	Умеет проводить техническое обслуживание и ремонт объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности
ИД-3 <sub>ПКв-4</sub> – Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования объектов профессиональной деятельности	Знает задачи эксплуатации и проектирования объектов профессиональной деятельности
	Умеет эксплуатировать и проектировать объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками эксплуатации и проектирования объектов профессиональной деятельности

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина «Тепловые двигатели и нагнетатели» относится к блоку 1 модуля «Оборудование».

Дисциплина «Тепловые двигатели и нагнетатели» базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении дисциплин: «Техническая термодинамика», «Котельные установки и парогенераторы», «Тепломассобмен».

Дисциплина «Тепловые двигатели и нагнетатели»—является предшествующей для освоения дисциплин: «Тепломассобменное оборудование промышленных предприятий», «Диагностика ремонт и монтаж теплоэнергетического оборудования», для проведения следующих практик: Производственная практика, преддипломная практика.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы.

Виды учебной работы	Всего академических часов, ак.ч.	Распределение трудоемкости по семестрам, ак.ч.
		6
Общая трудоемкость дисциплины	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>57,1</b>	<b>57,1</b>
Лекции	<b>18</b>	<b>18</b>
в том числе в форме практической подготовки	-	-

Практические занятия (ПЗ)	<b>36</b>	<b>36</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	36	36
Консультации текущие	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>
Консультация перед экзаменом	<b>2</b>	<b>2</b>
Виды аттестации (экзамен)	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>89,1</b>	<b>89,1</b>
Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	50	50
Изучение материалов, изложенных в лекциях(собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	10	10
Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	29,1	29,1
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>		<b>33,8</b>

## 5 Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
1	Насосы и вентиляторы	Основные понятия. Принцип действия и устройство насосов и вентиляторов (далее -нагнетателей) различных типов (центробежных, осевых, объемных и др.). Теоретические основы работы. Основные уравнения. Напор (давление), работа, мощность и КПД. Многоступенчатые и многопоточные нагнетатели. Теоретические и действительные характеристики нагнетателей. Понятие о коэффициенте быстроходности. Способы регулирования подачи. Поля рабочих параметров нагнетателя. Совместная работа нагнетателей и сети. Выбор насосов и вентиляторов по заданным параметрам. Конструкции, особенности работы насосов и вентиляторов (кавитация, «запаривание», помпажи другие явления) и области их применения. Струйные аппараты. Схема устройства и принцип работы, Основные рабочие параметры. Характеристики и регулирование. Области применения	76,9
2	Компрессорные машины	Типы компрессоров. Термодинамические основы компрессорного процесса. Ступенчатое сжатие. Поршневые компрессоры. Устройство. Индикаторная диаграмма. Отличительные особенности работы реального компрессора от идеального. Подача, мощность и КПД. Характеристики и регулирование. Особенности конструкций и области применения. Центробежные и осевые компрессоры. Ступень компрессора. Показатели работы, характеристики, регулирование и конструктивные особенности центробежных и осевых компрессоров. Конструктивные особенности и области применения.	50
3	Тепловые двигатели	Назначение и роль тепловых двигателей и нагнетателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Термодинамические и гидрогазодинамические основы процессов преобразования энергии в тепловых двигателях. Основные показатели, характеризующие работу тепловых двигателей. Классификация тепловых двигателей. Поршневые двигатели. Турбокомпрессорные двигатели. Паровые турбины.	50

	Консультации текущие	0,9
	Консультации перед экзаменом	2
	Экзамен	0,2

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ПР, час	СРО, час
1.	Насосы и вентиляторы	9	12	55,9
2.	Компрессорные машины	5	12	33
3.	Тепловые двигатели	4	12	34
	Консультации текущие			0,9
	Консультации перед экзаменом			2
	Экзамен			0,2

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1	Насосы и вентиляторы	1.1. Основные понятия. Принцип действия устройства насосов и вентиляторов (далее - нагнетателей) различных типов (центробежных, осевых, объемных и др.). Теоретические основы работы. Основные уравнения. Напор (давление), работа, мощность и КПД.	1
		1.2. Многоступенчатые и многопоточные нагнетатели. Теоретические и действительные характеристики нагнетателей. Понятие о коэффициенте быстроходности. Способы регулирования подачи.	2
		1.3. Поля рабочих параметров нагнетателя. Совместная работа нагнетателей и сети. Выбор насосов и вентиляторов по заданным параметрам	2
		1.4. Конструкции, особенности работы насосов и вентиляторов (кавитация, «запаривание», помпаж и другие явления) и области их применения. Струйные аппараты.	2
		1.5. Схема устройства и принцип работы, Основные рабочие параметры. Характеристики и регулирование. Области применения	2
2	Компрессорные машины	2.1. Типы компрессоров. Термодинамические основы компрессорного процесса. Ступенчатое сжатие. Поршневые компрессоры. Устройство. Индикаторная диаграмма..	2
		2.2. Отличительные особенности работы реального компрессора от идеального. Подача, мощность и КПД. Характеристики и регулирование. Особенности конструкций и области применения..	1
		2.3. Центробежные и осевые компрессоры. Ступень компрессора.	1
		2.4. Показатели работы, характеристики, регулирование и конструктивные особенности центробежных и осевых компрессоров. Конструктивные особенности и области применения.	1
3	Тепловые двигатели	3.1. Назначение и роль тепловых двигателей и нагнетателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Термодинамические и гидрогазодинамические основы процессов преобразования энергии в тепловых двигателях.	2

		3.2. Основные показатели, характеризующие работу тепловых двигателей. Классификация тепловых двигателей. Поршневые двигатели. Турбокомпрессорные двигатели. Паровые турбины.	<b>2</b>
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------

### 5.2.2 Лабораторный практикум не предусмотрен

### 5.2.3 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость, час
1.	Насосы и вентиляторы	Изучение конструкции осевого вентилятора	<b>2</b>
		Изучение конструкции центробежного вентилятора.	<b>2</b>
		Снятие характеристик центробежного вентилятора.	<b>4</b>
		Изучение конструкции струйного насоса	<b>4</b>
2	Компрессорные машины	Изучение конструкции одноступенчатого аммиачного компрессора	<b>4</b>
		Изучение схем охлаждения компрессоров	<b>4</b>
		Изучение конструкции многоступенчатого осевого компрессора	<b>4</b>
3	Тепловые двигатели	Снятие индикаторной диаграммы поршневого двигателя.	<b>6</b>
		Изучение конструкции газотурбинного двигателя	<b>6</b>

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1.	Насосы и вентиляторы	Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	<b>55,9</b>
2.	Компрессорные машины	Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	<b>33</b>
3.	Тепловые двигатели	Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	<b>34</b>

	Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Тепловые двигатели и нагнетатели : учебное пособие / С. А. Наумов, Е. В. Хаустова, А. В. Садчиков, В. Ю. Соколов. — Оренбург : ОГУ, 2015. — 108 с.  
<https://e.lanbook.com/book/97995>
2. Примеры расчетов термодинамических циклов тепловых двигателей : учебно-методическое пособие / составители К. Н. Илюхин, Л. А. Пульдас. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2018. — 55 с. <https://e.lanbook.com/book/138243>
3. Арсланова, С. Н. Расчет циклов тепловых двигателей : учебно-методическое пособие / С. Н. Арсланова, Н. А. Тукмакова. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2022. — 52 с.  
<https://e.lanbook.com/book/399518>

### 6.2 Дополнительная литература

1. Субботин, В. И. Задачник: по дисциплине "Нагнетатели" для студентов очной формы обучения по профилям "Промышленная теплоэнергетика", "Энергообеспечение предприятий", "Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели" : учебное пособие / В. И. Субботин, В. П. Созинов, Л. И. Тимошин. — Иваново : ИГЭУ, 2020. — 44 с.  
<https://e.lanbook.com/book/183956>
2. Автоматическое регулирование теплового состояния судовых двигателей внутреннего сгорания / В. Н. Тимофеев, И. Р. Салахов, Л. М. Кутепова, Н. В. Гречко. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 272 с. <https://e.lanbook.com/book/367241>

### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Данылив, М. М. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылив, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. — 32 с. Режим доступа в электронной среде: <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>.

### 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="https://www.elibrary.ru/defaultx.asp">https://www.elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
ЭБС «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
АИБС «МегаПро»	<a href="https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web">https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="http://minobrnauki.gov.ru">http://minobrnauki.gov.ru</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="http://education.vsu.ru">http://education.vsu.ru</a>

## 6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

**При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение**

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
Альт Образование	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>  Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Libre Office 6.1	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)
КОМПАС 3D LT v 12	(бесплатное ПО) <a href="http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html">http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html</a>
T-FLEX CAD 3D Университетская	Договор № 74-В-ТСН-3-2018 с ЗАО «ТОП СИСТЕМЫ» от 07.05.2018 г. Лицензионное соглашение № A00007197 от 22.05.2018 г.
Компас 3D V21	Лицензионное соглашение с ЗАО «Аскон» № КАД-16-1380 Сублицензионный договор с ООО «АСКОН-Воронеж» от 09.02.2022 г.
APM WinMachine	Лицензионное соглашение с ООО НТЦ «АПМ» № 105416 от 22.11.2016 г.

### **Справочно-правовые системы**

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории для проведения учебных занятий, в том числе в форме практической подготовки включают в себя:

Ауд. 53. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: Мультимедийный проектор Epson EB-430 в комплекте с экраном 132x234 и креплением ELPMB27.

Ауд. 311. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: Лабораторный стенд - "Мирэм" (10 шт.).

Ауд. 329. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: Лабораторный стенд - "ЛЭС" (8 шт.), лабораторный стенд "ЭВ" (2 шт.).

Ауд. 333. Учебная аудитория для проведения учебных занятий: Лабораторный стенд "СИПЭМ" (3 шт.), лабораторный стенд "ЭВ" (2 шт.); мультимедийный проектор BENQ MS500 в комплекте с экраном; компьютер IntelCore i3 540 (1 шт.).

Ауд. 315. Компьютерный класс: Компьютер IntelCore i3 540 (5 шт.).

**Дополнительно** для самостоятельной работы обучающихся используются читальные залы ресурсного центра ВГУИТ оснащенные компьютерами со свободным доступом в сеть Интернет и библиотечным и информационно- справочным системам.

## 8.Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;

- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

- методические материалы, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

ОМ представляются отдельным компонентом и **входят в состав рабочей программы дисциплины.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных средствах».

**ПРИЛОЖЕНИЕ  
к рабочей программе**

для дисциплины «Тепловые двигатели и нагнетатели»

**1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной  
формы обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Виды учебной работы	Всего академ. Часов, ак. Ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		4
Общая трудоемкость дисциплины	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	13,6	13,6
Лекции	<b>4</b>	<b>4</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические занятия	<b>6</b>	<b>6</b>
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	6	6
Консультации текущие	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>
Консультация перед экзаменом	<b>2</b>	<b>2</b>
Виды аттестации (экзамен)	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>
Рецензирование контрольных работ обучающихся-заочников	<b>0,8</b>	<b>0,8</b>
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>159,6</b>	<b>159,6</b>
Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	6	6
Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4	4
Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	140,4	140,4
Контрольная работа	9,2	9,2
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>

# **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

Тепловые двигатели и нагнетатели

(наименование дисциплины, практики в соответствии с учебным планом)

---

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-3	Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ПКв-3</sub> –Применяет методы расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности
			ИД-2 <sub>ПКв-3</sub> –Знает методы ведения режимов работы объектов профессиональной деятельности
			ИД-3 <sub>ПКв-3</sub> –Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и обеспечения технологических режимов работы объектов профессиональной деятельности
2	ПКв-4	Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ПКв-4</sub> –Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики объектов профессиональной деятельности
			ИД-2 <sub>ПКв-4</sub> –Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности
			ИД-3 <sub>ПКв-4</sub> –Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования объектов профессиональной деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 <sub>ПКв-3</sub> –Применяет методы расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности	Знает методы расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности
	Умеет рассчитывать показатели функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности
ИД-2 <sub>ПКв-3</sub> –Знает методы ведения режимов работы объектов профессиональной деятельности	Знает методы ведения режимов работы объектов профессиональной деятельности
	Умеет осуществлять режимы работы объектов профессиональной деятельности
	Владеет методами ведения режимов работы объектов профессиональной деятельности
ИД-3 <sub>ПКв-3</sub> –Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и обеспечения технологических режимов работы объектов профессиональной деятельности	Знает задачи эксплуатации и обеспечения технологических режимов работы объектов профессиональной деятельности
	Умеет эксплуатировать и обеспечивать технологические режимы работы объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками эксплуатации и обеспечения технологических режимов работы объектов профессиональной деятельности
ИД-1 <sub>ПКв-4</sub> –Применяет методы и технические средства испытаний и диагностики объектов профессиональной деятельности	Знает методы и технические средства испытаний и диагностики объектов профессиональной деятельности
	Умеет применять методы и технические средства испытаний и диагностики объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками применения методов и технических средств испытаний и диагностики объектов профессиональной деятельности
ИД-2 <sub>ПКв-4</sub> –Демонстрирует знания организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности	Знает методы организации технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности
	Умеет проводить техническое обслуживание и ремонт объектов профессиональной деятельности
	Владеет навыками технического обслуживания и ремонта объектов профессиональной деятельности
ИД-3 <sub>ПКв-4</sub> –Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и проектирования объектов профессиональной деятельности	Знает задачи эксплуатации и проектирования объектов профессиональной деятельности
	Умеет эксплуатировать и проектировать объекты профессиональной деятельности
	Владеет навыками эксплуатации и проектирования объектов профессиональной деятельности

## 2. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№ заданий	
1	Насосы и вентиляторы	ПКв-3 ПКв-4	Тест	1 -5	Компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету)	28-45	Контроль преподавателем
2	Компрессорные машины	ПКв-3 ПКв-4	Тест	6-11	Компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету)	46-56	
3	Тепловые двигатели	ПКв-3 ПКв-4	Тест	12-25	Компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету)	57-80	Контроль преподавателем

## 3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (зачет)

### 3.1 Тесты

ПКв-3 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности,

ПКв-4 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности

№ задания	Тестовое задание с вариантами ответов и правильными ответами
1	Укажите типы нагнетателей по которым они классифицируются А) Динамические и статические <b>В) Объемные и динамические</b> С) Статические и объемные Д) Статические и циклические
2	Выберите вариант ответа в котором, по вашему мнению, дано наиболее точное определение понятия «Подача» А) <b>Количество жидкости перемещаемое нагнетателем в единицу времени.</b> В) Скорость жидкости перемещаемой нагнетателем. С) Высота столба жидкости перемещаемой нагнетателем. Д) Напор столба жидкости перемещаемой нагнетателем.
3	Укажите виды лопастей рабочего колеса, которые используются в нагнетателях А) Радиальные, аксиальные, отогнутые вперед. В) Радиальные, аксиальные, отогнутые назад. <b>С) Радиальные, отогнутые назад, отогнутые вперед.</b> Д) Радиальные, аксиальные, осевые.

4	<p>Какой вид лопастей рабочего колеса позволяет передать максимальное количество энергии</p> <p>А) Аксиальные.  В) Отогнутые назад.  С) <b>Отогнутые вперед</b>  Д) Осевые</p>
5	<p>Степень реактивности рабочего колеса характеризует способность рабочих лопастей развивать</p> <p>А) <b>Статический напор</b>  В) Динамический напор  С) Полный напор  Д) Скоростной напор</p>
6	<p>Назовите величину степени реактивности для лопастей отогнутых предельно вперед</p> <p>А) <math>p=1</math>  В) <math>p=0,5</math>  С) <b><math>p=0</math></b>  Д) <math>p=1,5</math></p>
7	<p>Назовите величину степени реактивности для радиальных лопастей</p> <p>А) <math>p=1</math>  В) <b><math>p=0,5</math></b>  С) <math>p=0</math>  Д) <math>p=1,5</math></p>
8	<p>Назовите величину степени реактивности для лопастей отогнутых предельно назад</p> <p>А) <b><math>p=1</math></b>  В) <math>p=0,5</math>  С) <math>p=0</math>  Д) <math>p=1,5</math></p>
9	<p>Какая скорость оказывает максимальное влияние на увеличение напора развиваемого рабочим колесом центробежного нагнетателя.</p> <p>А) <b>Окружная скорость</b>  В) Осевая скорость  С) Радиальная скорость  Д) Угловая скорость</p>
10	<p>Для каких целей увеличивается количество ступеней при проектировании центробежных нагнетателей...</p> <p>А) Увеличение массовой подачи  В) Уменьшение объемной подачи  С) <b>Увеличение напора</b>  Д) Уменьшение напора</p>
11	<p>Для какого типа нагнетателей характерен помпаж или автоколебательный режим работы</p> <p>А) Поршневые и центробежные  В) Осевые и поршневые  С) <b>Центробежные и осевые</b>  Д) Для нагнетателей с электроприводом</p>

12	<p>Укажите вариант ответа в котором перечислены только типы турбин имеющие в своем составе конденсационную установку</p> <p>А) Т, ПТ, ТР          В) Т, Р, ПР  <b>С) К, Т, ПТ</b>          D) К, Р, Т          E) К, ПТ, ПР</p>
13	<p>Эффективность какого цикла или какой установки оценивает термический КПД ..</p> <p>А) КПД реального цикла Карно          В) КПД котлоагрегата  <b>С) КПД идеального цикла Ренкина</b>          D) Д) КПД реального цикла Ренкина          E) КПД турбоагрегата</p>
14	<p>В чем заключается назначение системы регенеративного подогрева питательной воды...</p> <p>А) Увеличение КПД котлоагрегата          В) Увеличение КПД турбоагрегата          С) Увеличение относительного внутреннего КПД турбоагрегата  <b>D) Увеличение КПД идеального цикла Ренкина</b>          E) Увеличение абсолютного внутреннего КПД турбоагрегата</p>
15	<p>Совершенство какого элемента ТЭУ оценивает относительный внутренний КПД ...</p> <p>А) Экономайзер котельного агрегата.          В) Газоход котельного агрегата.          С) Паропровод от котельного агрегата до турбоагрегата.  <b>D) Проточная часть турбины.</b>          E) Конденсатор турбины.</p>
16	<p>Эффективность какого цикла или какой установки оценивает абсолютный внутренний КПД...</p> <p>А) Цикл Карно.          В) Идеальная паротурбинная установка.  <b>С) Реальная паротурбинная установка.</b>          D) Проточная часть турбины.          E) Пароводяной тракт котельного агрегата.</p>
17	<p>Укажите вариант ответа в котором перечислены только те виды скоростей, которые используются при построении треугольников скоростей</p> <p><b>A) Абсолютная, относительная, окружная.</b>          В) Угловая, окружная, относительная.          С) Абсолютная, окружная, угловая.          D) Абсолютная, относительная, угловая.          E) Относительная, абсолютная, центробежная</p>
18	<p>Укажите вариант ответа в котором правильно указаны потери энергии в турбинной ступени</p> <p>А) Потери с входной скоростью, потери с выходной скоростью, потери в сопловой решетке          В) Потери с входной скоростью, потери с выходной скоростью, потери в рабочей решетке</p>

	<p><b>С) Потери, в сопловой решетке, потери в рабочей решетке, потери с выходной скоростью</b></p>
19	<p>Выберите вариант ответа в котором, по вашему мнению, дано наиболее точное определение понятия «степень реактивности»</p> <p>А) Степень реактивности - это отношение располагаемому тепло- перепаду турбинной ступени</p> <p>В) Степень реактивности - это отношение располагаемого теплоперепада турбинной ступени от параметров торможения к располагаемому теплоперепаду сопловой решетки</p> <p><b>С) Степень реактивности - это отношение располагаемого теплоперепада рабочей решетки к располагаемому теплоперепаду турбинной ступени от параметров торможения</b></p> <p>Д) Степень реактивности - это отношение располагаемого теплоперепада турбинной ступени к располагаемому тепло- перепаду рабочей решетки</p>
20	<p>От каких параметров зависит окружная скорость рабочей лопатки...</p> <p>А) Длина рабочей части лопатки, угловая скорость лопатки</p> <p>В) Средний диаметр ступени, масса лопатки</p> <p><b>С) Средний диаметр ступени, частота вращения ротора</b></p> <p>Д) Длина рабочей части лопатки, масса лопатки</p> <p>Е) Масса лопатки, угловая скорость лопатки</p>
21	<p>От каких параметров зависит угловая скорость рабочей лопатки.</p> <p>А) Длина рабочей части лопатки</p> <p>В) Средний диаметр ступени</p> <p>С) Масса лопатки</p> <p><b>Д) Частота вращения ротора</b></p> <p>Е) Окружная скорость рабочей лопатки</p>
22	<p>Выберите вариант ответа в котором, по вашему мнению, дано наиболее точное определение понятия «число Маха»</p> <p>А) Отношение абсолютной скорости к относительной</p> <p>В) Отношение относительной скорости к скорости звука</p> <p>С) Отношение абсолютной скорости к окружной скорости</p> <p><b>Д) Отношение текущей скорости к скорости звука</b></p> <p>Е) Отношение угловой скорости к окружной скорости</p>
23	<p>Укажите в каком случае величина потерь с выходной скоростью минимальна</p> <p>А) Если угол между вектором абсолютной скорости <math>C_1</math> и плоскостью вращения рабочей решетки равен <math>90^\circ</math>.</p> <p>В) Если угол между вектором относительной скорости <math>W_1</math> и плоскостью вращения рабочей решетки равен <math>90^\circ</math>.</p> <p><b>С) Если угол между вектором абсолютной скорости <math>C_2</math> и плоскостью вращения рабочей решетки равен <math>90^\circ</math>.</b></p> <p>Д) Если угол между вектором относительной скорости <math>W_2</math> и плоскостью вращения рабочей решетки равен <math>90^\circ</math>.</p> <p>Е) Если угол между вектором абсолютной скорости <math>C_2</math> и плоскостью вращения рабочей решетки равен <math>45^\circ</math>.</p>

24	<p>Какое течение потока пара называется конфузорным...</p> <p>А) <b>Если энтальпия пара на выходе из турбинной решетки меньше, чем на входе.</b></p> <p>В) Если энтальпия пара на выходе из турбинной решетки больше, чем на входе.</p> <p>С) Если энтальпия пара на выходе из турбинной решетки равна энтальпии пара, входе.</p> <p>Д) Если скорость потока пара на выходе из турбинной решетки меньше, чем на входе.</p> <p>Е) Если скорость потока пара на выходе из турбинной решетки равна скорости потока пара на входе.</p>
25	<p>Какое течение потока пара называется диффузорным...</p> <p>А) Если энтальпия пара на выходе из турбинной решетки меньше, чем на входе.</p> <p>В) Если энтальпия пара на выходе из турбинной решетки больше, чем на входе.</p> <p>С) Если энтальпия пара на выходе из турбинной решетки равна энтальпии пара, входе.</p> <p>Д) <b>Если скорость потока пара на выходе из турбинной решетки больше, чем на входе.</b></p> <p>Е) Если скорость потока пара на выходе из турбинной решетки равна скорости потока пара на входе.</p>
26	<p>Для каких целей увеличивается количество ступеней при проектировании центробежных нагнетателей...</p> <p>А) Увеличение массовой подачи</p> <p>В) Уменьшениеобъемнойподачи</p> <p>С) <b>Увеличениенапора</b></p> <p>Д)Уменьшениенапора</p>
27	<p>Для какого типа нагнетателей характерен помпаж или автоколебательный режим работы</p> <p>А) Поршневые и центробежные</p> <p>В) Осевые и поршневые</p> <p>С) <b>Центробежные и осевые</b></p> <p>Д) Для нагнетателей с электроприводом</p>

### 3.2 Вопросы (зачет )

#### 3.2.1 Шифр и наименование компетенции ПКв-3 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности

№ задания	Формулировка задания
28	По каким признакам классифицируются нагнетатели?
29	Укажите области применения динамических и объемных нагнетателей.
30	Назовите типы компрессоров.
31	По каким признакам классифицируются тепловые двигатели?
32	Перечислите области применения паровых и газовых турбин.
33	Укажите области применения двигателей внутреннего сгорания.
34	Перечислите основные рабочие параметры машин, подающих жидкости и

	газы.
35	Чем определяется гидродинамическое и механическое совершенство машин?
36	Назовите и объясните два условия связи насоса с трубопроводной системой.
37	Какими параметрами характеризуется совместная, работа насоса и трубопроводной системы?
38	Проанализируйте уравнение характеристики сети. От чего зависит ее крутизна и напор холостого хода?
39	Сделайте вывод уравнения Леонарда Эйлера.
40	Постройте график зависимости напора центробежной машины от угла $\rho_2$ .
41	Перечислите типы лопастей центробежных машин.
42	Дайте определение степени реактивности рабочего колеса.
43	Поясните картину течения потока в межлопастных каналах, образованных плоскими радиальными лопастями.
44	Оцените влияние подводов и отводов на работу нагнетателей.
45	Чем можно объяснить причины создания многоступенчатых и многопоточных центробежных машин.
46	Дайте определение гидравлического КПД, объёмного КПД, внутреннего КПД, общего механического КПД, полного КПД.
47	Перечислите теоретические характеристики центробежной машины.
48	Напишите формулы пропорциональности, используемые для пересчета характеристик при изменении частоты вращения вала центробежной машины.
49	В чем заключаются испытания насосов и какие характеристики снимаются при испытаниях?
50	Перечислите способы регулирования нагнетательных машин.
51	Сделайте анализ параллельного и последовательного соединения центробежных насосов.
52	Объясните природу возникновения помпажа и перечислите мероприятия, позволяющие предупредить это явление.
53	Перечислите конструктивные типы рабочих колес центробежных насосов в зависимости от коэффициента быстроходности.
54	Напишите формулу определения гидравлического КПД центробежных насосов.
55	Поясните физический смысл явления кавитации и ее влияния на работу центробежных насосов.
56	Назовите мероприятия по борьбе с кавитацией.

### **3.2.2 Шифр и наименование компетенции: ПКв-4 Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности**

№ задания	Формулировка задания
57	Какие нагнетательные машины называют вентиляторами?
58	Поясните связь между параметрами центробежных вентиляторов трубопроводами.
59	Дайте определение самотяги и поясните ее влияние на работу дымососа.
60	Как определяется статический КПД вентилятора?
61	Поясните конструктивные особенности центробежных вентиляторов.
62	Чем определяются конструктивные формы и размеры вентиляторов?
63	Какие нагнетательные машины называют вентиляторами?
64	Перечислите основные величины, характеризующие геометрию решетки профилей осевой машины.
65	Назовите основные уравнения, используемые при расчетах осевых машин.
66	Перечислите потери энергии в осевых машинах.
67	Чем можно объяснить причины создания многоступенчатых осевых насосов и вентиляторов?

68	Объясните, почему длинные лопасти осевых машин делают закрученными?
69	Чем отличаются характеристики осевых вентиляторов от характеристик центробежных?
70	Назовите конструктивные особенности осевых насосов и вентиляторов.
71	Дайте определение индикаторной диаграммы.
72	Как определяется подача поршневого насоса одностороннего действия?
73	Как определяется подача поршневого насоса двустороннего действия?
74	Как определяется подача многопоршневого насоса?
75	Перечислите способы повышения равномерности всасывания и подачи поршневых насосов.
76	Для каких целей применяются воздушные колпаки на всасывающей и напорных трубах?
77	Как решается задача по совместной работе поршневого насоса и трубопровода?
78	Перечислите факторы, влияющие на допустимую высоту всасывания поршневого насоса.
79	Назовите основные конструкции поршневых насосов.
80	Перечислите области применения роторных машин.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

**4.1. Рейтинговая система** оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ОМ является тестирование, за каждый правильный ответ обучающийся получает 1 балл (зачтено - 1, незачтено - 0). Максимальное число баллов по результатам тестирования 50. . Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре 50.

**4.2. Бальная система** служит для получения зачета по дисциплине.

Максимальное число баллов за семестр – 100.

Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 50.

Максимальное число баллов на зачете – 50.

Минимальное число баллов за текущую работу в семестре – 25.

Обучающийся, набравший в семестре менее 25 баллов может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины или выполнив обязательные задания, для того чтобы быть допущенным до зачета.

Обучающийся, набравший за текущую работу менее 25 баллов, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на зачет.

В случае неудовлетворительной сдачи зачета обучающемуся предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем зачете не учитывается.

**Зачет проводится в виде письменного ответа и собеседования.**

Максимальное количество заданий в билете – 2.

Максимальная сумма баллов – 50.

При частично правильном ответе **сумма баллов делится пополам.**

Для получения оценки «зачтено» суммарная бально-рейтинговая оценка по результатам работы в семестре и на зачете, **должна быть не менее 60 баллов.**

## 5. Матрица соответствия результатов обучения, показателей, критерием и шкал оценки

Результаты обучения (на основе обобщённых компетенций)	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценки	Критерии оценки	Шкала оценки	
				Академическая оценка (зачтено/не зачтено)	Уровень освоения компетенции
<b>ПКв-3</b> Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности, <b>ПКв-4</b> Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности					
<b>Знать:</b> методы ведения режимов работы объектов профессиональной деятельности	Тест	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	зачтено	освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	не зачтено	не освоена (недостаточный)
<b>Уметь:</b> .ассчитывать показатели функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности	Собеседование	Студент разобрался в поставленной задаче предложил методику решения. При расчете оборудования использовал необходимую нормативную и техническую документацию, обосновал техническую возможность использования технологического оборудования	Студент полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности	зачтено	освоена (базовый, повышенный)
			Студент не раскрыл содержание материала, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины	не зачтено	не освоена (недостаточный)

<p><b>Владеть:</b> навыками расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности</p>	<p>Собеседование</p>	<p>Студент разобрался в поставленной задаче предложил методику решения. При расчете оборудования использовал необходимую нормативную и техническую документацию, обосновал техническую возможность использования технологического оборудования</p>	<p>Студент полностью раскрыл содержание материала в объеме, предусмотренном программой, изложил материал грамотным языком в определенной логической последовательности</p>	<p>зачтено</p>	<p>освоена (базовый, повышенный)</p>
			<p>Студент не раскрыл содержание материала, допускает грубые ошибки в расчетах основных элементов и систем технологического оборудования</p>	<p>не зачтено</p>	<p>не освоена (недостаточный)</p>