

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович

Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Дата подписания: 13.09.2019 14:49:20

Уникальный программный ключ:

528681d78e671e566a85121e1ba1172f735a12



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

/ Абдразаков Ф.К./

« 26 » августа 2019 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Дисциплина	<b>НАГНЕТАТЕЛИ И ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ</b>
Направление подготовки	<b>13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника</b>
Направленность (профиль)	<b>Энергообеспечение предприятий</b>
Квалификация выпускника	<b>Бакалавр</b>
Нормативный срок обучения	<b>4 года</b>
Кафедра-разработчик	<b>Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение</b>
Ведущий преподаватель	<b>Глухарев В.А., профессор</b>

*Разработчик: профессор, Глухарев В.А.*

  
(подпись)

**Саратов 2019**

## Содержание

1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП .....	3
2	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания ...	4
3	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	10
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования .....	18

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28.02.2018 г. № 143, формируют следующие компетенции указанные в таблице 1.

Таблица 1

### Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели»

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ПК-1	способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	ПК-1.2 Участвует в сборе и анализе данных для выбора тепловых двигателей и нагнетателей на объектах профессиональной деятельности в соответствии с нормативной документацией	4 курс	лекции практические занятия лабораторные занятия	типовой расчет лабораторная работа самостоятельная работа промежуточная аттестация
ПК-5	способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование	ПК-5.3 Выполняет расчеты основных показателей тепловых двигателей и нагнетателей по типовым	4 курс	лекции практические занятия лабораторные занятия	типовой расчет лабораторная работа самостоятельная работа промежуточная аттестация

использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	методикам			
---	-----------	--	--	--

**Примечание:**

Компетенция ПК-1 также формируется в ходе освоения дисциплин: Тепломассообменное оборудование предприятий, Электрическая часть станций и подстанций, Электроснабжение предприятий, Технологические энергоносители и системы, Топливоснабжение и топливное хозяйство, Котельные установки и парогенераторы, Источники и системы теплоснабжения предприятий, Энергооборудование потребителей теплоты, Теплотехническое оборудование потребителей теплоты, Физико-химические методы водоподготовки в системах энергообеспечения; Водоподготовка в системах энергообеспечения, Введение в малую энергетику, История развития энергетики, Тенденции развития современной энергетики, а так же в ходе прохождения ознакомительной практики, преддипломной практики и защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

Компетенция ПК-5: также формируется в ходе освоения дисциплин: Начертательная геометрия. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, Тепломассообменное оборудование предприятий, Электрическая часть станций и подстанций, Электроснабжение предприятий, Технологические энергоносители и системы, Топливоснабжение и топливное хозяйство, Котельные установки и парогенераторы, Энергооборудование потребителей теплоты, Теплотехническое оборудование потребителей теплоты, Физико-химические методы водоподготовки в системах энергообеспечения, Водоподготовка в системах энергообеспечения, Программные продукты в системах энергообеспечения, Программные комплексы в системах энергообеспечения, а так же защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

**2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

**Перечень оценочных средств**

Таблица 2

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	типовой расчет	средство проверки умений применять полученные знания для решения задач	комплект заданий по вариантам

		определенного типа по разделу или нескольким разделам	
2	лабораторная работа	средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы с применением методов, освоенных на лекциях, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике	лабораторные работы
4	промежуточная аттестация	средство контроля, позволяет оценить степень восприятия учебного материала дисциплины	вопросы по темам дисциплины: - перечень вопросов для устного опроса

### Программа оценивания контролируемой дисциплине

Таблица 3

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1.	Основные понятия и определения. Тепловые двигатели. Нагнетатели. Газотурбинные и паротурбинные установки. Конструкции, принципы действия, тепловой процесс паровой турбинной ступени, термический КПД. Газотурбинные и паротурбинные установки. Расширение пара в косом срезе сопла.	ПК-1	Самостоятельная работа. Промежуточная аттестация.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	Расход пара через сопло. Газотурбинные и паротурбинные установки. Потери в ступенях паровой турбины, их КПД и размеры лопаток, классификация потерь.		
2.	Изучение принципиальных схем газовых турбин.	ПК-1	Лабораторная работа
3.	Газотурбинные и паротурбинные установки. Схемы и циклы ГТУ. Газотурбинные и паротурбинные установки. Камеры сгорания ГТУ, теплообменные аппараты, компрессоры. Газотурбинные и паротурбинные установки. Основные показатели и способы повышения экономичности ГТУ.		Самостоятельная работа. Промежуточная аттестация.
4.	Построение процесса расширения пара в турбине в i-s диаграмме.	ПК-5	Типовой расчет.
5.	Двигатели внутреннего сгорания. Классификация ДВС и область их применения. Двигатели внутреннего сгорания. Принципиальные схемы осуществления рабочих процессов в ДВС. Двигатели	ПК-1	Самостоятельная работа. Промежуточная аттестация.

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	<p>внутреннего сгорания. Принцип работы 4-х и 2-х тактных двигателей. Двигатели внутреннего сгорания. Топлива, горючие смеси, продукты сгорания. Двигатели внутреннего сгорания. Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания топлива. Коэффициент избытка воздуха, удельные количества свежего заряда и продуктов сгорания. Двигатели внутреннего сгорания. Параметры процессов впуска, сжатия, сгорания, расширения и выпуска. Двигатели внутреннего сгорания. Индикаторные и эффективные показатели рабочего цикла. Тепловой баланс ДВС.</p>		
6.	Изучение конструкции ДВС.	ПК-1	Лабораторная работа
7.	<p>Нагнетатели. Конструкции, область применения нагнетательных машин, подающих жидкости и газы. Способ действия и конструктивное исполнение насосов. Теоретический и действительный</p>	ПК-1	<p>Самостоятельная работа. Промежуточная аттестация.</p>

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	напоры, развиваемые рабочим колесом. Уравнение энергии потока в рабочем колесе машины. Мощность и КПД нагнетателей. Совместная работа насоса и трубопроводной системы.		
8.	Определение индикаторных и эффективных показателей рабочего цикла ДВС. Расчет теплового баланса ДВС.	ПК-5	Типовой расчет
9.	Нагнетатели. Вентиляторные установки. Теория работы. Выбор вентилятора. Компрессорные машины. Теория работы.	ПК-5	Самостоятельная работа. Промежуточная аттестация.
10.	Расчет режима работы насосов.	ПК-5	Типовой расчет

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Таблица 4

Код компетенции и, этапы освоения компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6



<p>ПК-1, 4 курс</p>	<p>ПК-1.2 Участвует в сборе, анализе данных для выбора тепловых двигателей и нагнетателей на объектах профессиональной деятельности в соответствии с нормативной документацией</p>	<p>обучающийся не знает основные виды, назначение, конструкции, принципы действия нагнетателей и тепловых двигателей, свойства и виды топлив, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено</p>	<p>обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала</p>	<p>обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей</p>	<p>обучающийся демонстрирует знание значительной части основных видов, назначения, конструкций, принципов действия нагнетателей и тепловых двигателей, свойств и видов топлив, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий</p>
-------------------------	--	--	--	--	---

ПК-5 4 курс	ПК-5.3 Выполняет расчеты основных показателей тепловых двигателей и нагнетателей по типовым методикам	не умеет выполнять расчеты нагнетателей и тепловых двигателей, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, в целом успешно, но не системно умеет выполнять расчеты нагнетателей и тепловых двигателей	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей в целом успешно, но не уверенно умеет выполнять расчеты нагнетателей и тепловых двигателей в целом	обучающийся хорошо ориентируется в материале, уверенно умеет выполнять расчеты нагнетателей и тепловых двигателей
----------------	--	---	---	--	---

### 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### 3.1 Типовой расчет

Тематика типовых расчетов устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели», рабочим учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

Задание на выполнение типового расчета выдается преподавателем индивидуально для каждого обучающегося, количество заданий соответствует количеству обучающихся.

#### Пример типового расчета:

##### Расчет режима работы насосов в сети при последовательном включении.

**Условие:** Центробежный насос перекачивает воду по трубопроводу длиной  $L$ , диаметром  $d$  при коэффициенте гидравлического трения  $\lambda = 0,045$  и суммарном коэффициенте местных сопротивлений  $\sum \xi = 26$ . Перепад между уровнями воды в

напорном и расходном резервуарах  $h_2$ , избыточное давление в напорном резервуаре  $P_0$  и марку насоса принять в соответствии с вариантом задания по таблице.

Методом наложения характеристик определить:

1. Подачу, напор и мощность при работе на сеть одного насоса;
2. Подачу, напор и мощность каждого насоса при последовательном включении двух одинаковых насосов;

### Методика решения:

1. Изобразим схему трубопроводной сети:

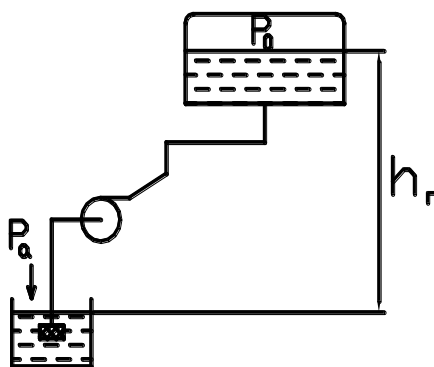


Рис. Схема трубопроводной сети.

2. Характеристика трубопроводной сети представляет собой зависимость потребного напора от расхода, строится по точкам определяемым по уравнению:

$$H = h_2 + \frac{P_0}{\rho g} + kQ^2,$$

где  $h_2$  - разность уровней жидкости в расходном и напорном резервуарах;  
 $P_0$  - избыточное давление в напорном резервуаре;  
 $k$  - коэффициент, характеризующий гидравлические сопротивления сети;  
 $Q$  - расход жидкости в сети.

3. В уравнении расход  $Q$  подставляется в  $\text{м}^3/\text{с}$ , а так как характеристика насоса задана в  $\text{л}/\text{с}$ , то необходимо перевести размерность .

4. Задаемся значениями расхода  $Q$  и рассчитываем потребный напор  $H$ , результаты расчетов заносим в таблицу.

Таблица. Характеристика сети.

$Q, \text{ л/с}$	0	5	10	15	20 и т.д.
$H \approx 11 + 0.141 * Q^2$					

5. По данным таблицы строим характеристику сети, и в этих же координатных осях, в том же масштабе строим характеристики насоса. Характеристики насоса: напорная характеристика и зависимость КПД от подачи ( $\eta - Q$ ).

Точка пересечения напорной характеристики насоса и характеристики сети (точка  $A$ ,) является рабочей точкой и определяет режим работы насоса на данный трубопровод.

Вычисляем полезную и потребляемую мощность насоса:

полезная мощность:  $N_{\Pi} = \rho * g * H_A * Q_A$

потребляемая мощность:  $N = \frac{\rho * g * H_A * Q_A}{\eta}$

6. Последовательное включение двух насосов. Характеристика двух последовательно включенных насосов строится путем суммирования напоров при одной и той же подаче.

В данном случае рабочей является точка  $B$ , которая определит подачу при совместной работе двух насосов. Режим работы каждого насоса определяет рабочая точка  $B_1$ .

7. Имея эти данные, определяют мощность, потребляемую каждым насосом и суммарную мощность двух насосов.

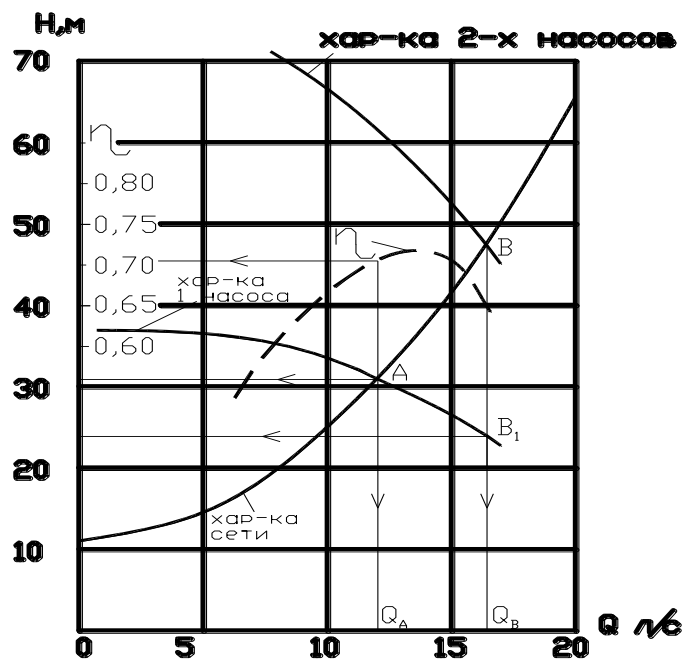


Рис. Характеристика трубопроводной сети, одного и двух последовательно включенных насосов.

Делается вывод, как изменяется производительность и мощность насосов при последовательной работе в сети.

#### Варианты задания

№	$L, \text{ м}$	$d, \text{ м}$	$h_2, \text{ м}$	$P_0, \text{ Па}$	Марка насоса
1.	800	0,12	14	0	К 8/18
2.	800	0,12	14	0	К 20/18
3.	800	0,12	10	$10^4$	К 45/30
4.	800	0,12	10	$10^4$	К 45/55
5.	900	0,15	0	$5 \cdot 10^4$	К 90/20
6.	900	0,16	0	$5 \cdot 10^4$	К 90/35
7.	900	0,15	0	$5 \cdot 10^4$	К 90/55
8.	900	0,12	0	$5 \cdot 10^4$	К 90/85
9.	700	0,10	5	$7 \cdot 10^4$	К 8/18
10.	700	0,10	5	$7 \cdot 10^4$	К 20/18
11.	700	0,12	-2	$2 \cdot 10^5$	К 45/30
12.	700	0,12	-2	$2 \cdot 10^5$	К 45/55
13.	600	0,15	-5	$10^5$	К 90/20
14.	600	0,15	-5	$10^5$	К 90/35
15.	600	0,12	5	$2 \cdot 10^4$	К 90/55
16.	600	0,10	5	$2 \cdot 10^4$	К 90/85
17.	850	0,10	12	0	К 20/18
18.	850	0,10	12	0	К 8/18
19.	850	0,12	4	$10^5$	К 45/55

20.	850	0,12			К 45/30
21.	700	0,15	5	$10^4$	К 90/20
22.	700	0,15			К 90/35
23.	700	0,12	6	$10^5$	К 90/85
24.	700	0,15			К 90/55
25.	1000	0,12	14	0	К 8/18
26.	1000	0,12			К 20/18
27.	1100	0,12	10	$10^4$	К 45/30
28.	1100	0,12			К 45/55
29.	1200	0,15	0	$5*10^4$	К 90/20
30.	1200	0,16			К 90/35
31.	1300	0,15	0	$5*10^4$	К 90/55
32.	1300	0,12			К 90/85
33.	1400	0,10	5	$7*10^4$	К 8/18
34.	1400	0,10			К 20/18
35.	1500	0,12	-2	$2*10^5$	К 45/30
36.	1500	0,12			К 45/55

### 3.2 Лабораторная работа

Тематика лабораторных занятий устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Нагнетатели и тепловые двигатели», рабочим учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

Перечень тем лабораторных работ:

1. Изучение принципиальных схем газовых турбин.
2. Изучение конструкции ДВС.
3. Изучение конструкции центробежного насоса.
4. Изучение конструкции вентиляторной установки.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с Методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели».

### 3.3 Вопросы для самостоятельного изучения

1. Коэффициент полезной работы турбины.
2. Внутренняя мощность турбины.
3. Удельный расход воздуха и тепла турбины.
4. Механический и эффективный КПД турбины.
5. Эффективная мощность турбины.
6. Эффективный расход топлива турбины.
7. Способы повышения эффективности ГТУ.
8. Устройство газовой турбины.
9. Теоретический цикл ДВС с сообщением тепла при  $V=const$ .

10. Теоретический цикл ДВС с сообщением тепла при  $P=\text{const}$  и  $V=\text{const}$ .
11. Основные параметры цикла с сообщением тепла при  $V=\text{const}$ .
12. Основные параметры цикла с сообщением тепла при  $V=\text{const}$  и  $P=\text{const}$ .
13. Внешняя скоростная характеристика двигателя.
14. Нагрузочная характеристика двигателя.
15. Наддув двигателей внутреннего сгорания.
16. Тепловой баланс двигателей внутреннего сгорания.
17. Конструкции центробежных насосов.
18. Маркировка и применение центробежных насосов.
19. Конструктивное исполнение центробежных и осевых вентиляторов.
20. Центробежные компрессоры и их конструктивные формы.
21. Поршневые и роторные компрессоры.
22. Объемные насосы, их конструктивные формы.
23. Струйные насосы, их применение.

### **3.4. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» проводится в виде зачета.

#### **Вопросы, выносимые на зачет**

1. Абсолютная и относительная скорости и их углы  $\alpha_1, \beta_2$ - потока пара на выходе из лопаточных каналов. Потери кинетической энергии на рабочих лопатках и выходной скоростью.
2. Внутренние и внешние потери ГТУ. Внутренние КПД ГТУ и анализ влияния различных параметров на него.
3. Гидравлические потери и гидравлический КПД насоса, Объемный КПД насоса.
4. ГТУ со сгоранием при  $P=\text{const}$ . ГТУ со сгоранием при  $V=\text{const}$ .
5. Давление, развиваемое насосом и его определение по ГОСТ. Напор и давление, их связь по ГОСТ. Полный напор, статический напор.
6. Действительные характеристики насосов при  $\beta > 90^\circ$  и  $\beta < 90^\circ$ .
7. Жидкие топлива, газовые топлива, спирты.
8. Задача теории центробежных насосов, вентиляторов и компрессоров. (Постановка задачи, упрощение расчета, принятые допущения, применение к потоку уравнения моментов количества движения).
9. Индикаторная диаграмма в  $PV$  координатах. Индикаторная диаграмма на  $P\Phi$  координатах (развернутая).
10. Камеры сгорания ГТУ.
11. Классификация двигателей внутреннего сгорания, применение ДВС (в том числе и в с/х).
12. Классификация машин для подачи жидкостей газов по конструкции. Типы насосов, применяемые в теплоэнергетических установках. Насосы,

применяемые в сельском хозяйстве (их назначение).

13. Коэффициент наполнения двигателя. Параметры сжатия, их расчет.
14. Коэффициент полезной работы турбины. Внутренняя мощность ГТУ.
15. Краткий обзор конструктивного устройства газовых турбин и ГТУ, их отличия от паровых.
16. Критическая скорость и критическое отношение давлений при истечении пара из сопла. Виды топлив применяемых для ДВС, требования к ним.
17. Механический КПД ГТУ. Эффективный КПД ГТУ.
18. Мощность нагнетателей. КПД нагнетателей.
19. Мощность, передаваемая потоку межлопаточных каналов, и выражение ее через удельную работу.
20. Наиболее важные свойства топлив; детонационная стойкость и склонность к самовоспламенению.
21. Области применения вентиляторов и компрессорных машин в промышленности и сельском хозяйстве. Параметры машин подающих жидкости и газы (нагнетателей).
22. Общий механический КПД, полный КПД и мощность на валу насоса.
23. Определение внутренней энергии продуктов сгорания в конце сжатия.
24. Определение размеров лопаток турбины. Размеры рабочих лопаток.
25. Определение теоретического давления.
26. Основные уравнения теоретических параметров центробежной машины  $N_t$ ,  $M_t$ ,  $h_t$ ,  $H_t$ .
27. Паротурбинные установки: схема установки и идеальный цикл Ренкина. Работа цикла. КПД паротурбинной установки.
28. Поддачи нагнетательной машины и факторы, влияющие на неё.
29. Подвод и отвод (элементы центробежной машины) их назначение и конструкция.
30. Показатели адиабатных и политропных процессов.
31. Полезная и внутренняя мощности насоса, внутренний КПД.
32. Потери в ступенях турбины: внутренние и внешние. Понятие о КПД промежуточной ступени турбины.
33. Принцип действия паровых турбин. Одно- и двух, и трехступенчатые одно- и двухвенечные, активные и реактивные турбины.
34. Принципиальная схема многоступенчатой турбины и его работа. Осевые и радиальные турбины.
35. Принципиальные схемы осуществления рабочих процессов в ДВС. Основные обозначения, принятые в курсе ДВС (привести схему двигателя к индикаторной диаграммы).
36. Принципы работы 4-тактного дизеля.
37. Принципы работы 4-тактного карбюраторного двигателя.
38. Разница в тепловом расчете карбюраторных и дизельных двигателей.
39. Расход пара через сопло. Преобразование энергии парового потока на рабочих лопатках, на лопатках активной ступени (схема, значение  $C_1$ ,  $W_1$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ).
40. Расчет параметров впуска. Коэффициент остаточных газов.



41. Расчет рабочего объема двигателя. Основные размеры двигателя и соотношения. Литровая мощность, литровая масса и поршневая мощность.
42. Расчет среднего индикаторного давления двигателя (значения параметров  $P_a$ ,  $\varepsilon$ ,  $\lambda$ ,  $\eta_1$ ,  $\eta_2$ ). Основные показатели цикла, механические потери. Среднее индикаторное давление и индикаторный КПД.
43. Расчет энергии потока (от входа в межлопаточные каналы до выхода из них).
44. Расчет энергии потока в рабочем колесе машины.
45. Расширение пара в сопловых и направляющих каналах, скорость пара.
46. Решение уравнения сгорания карбюраторного двигателя. Расчет параметров расширения карбюратора.
47. Связь удельной работы с напором.
48. Смесеобразование в дизелях, основные факторы, влияющие на него.
49. Смесеобразование в карбюраторных двигателях, его влияние на показатели двигателя.
50. Совместная работа насоса и трубопроводной сети (второе условие связи).
51. Совместная работа насоса и трубопроводной сети (первое условие связи).
52. Составление характеристик насоса и сети на основе управления сохранения энергии.
53. Способ действия и конструктивное выполнение центробежных насосов и вентиляторов.
54. Среднее эффективное давление и эффективный КПД.
55. Степень сжатия (карбюраторных и дизельных двигателей).
56. Суживающееся сопло, расширение пара в косом срезе. Направления скорости потока на выходе из лопаточных каналов.
57. Схемы газотурбинных установок их преимущества и недостатки.
58. Схемы рабочих колес центробежных насосов и вентиляторов (типы рабочих лопаток).
59. Тактность двигателя, назначения тактов, рабочий цикл, продолжительности тактов  $z$  циклов. Пути повышения мощности ДВС.
60. Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания топлива. Коэффициент избытка воздуха и удельное количество свежего заряда.
61. Теоретический момент, передаваемый потоку с вала колеса и определение его через конструктивные размеры колеса.
62. Теоретический цикл двигателя с сообщением теплоты при  $V=\text{const}$  и карбюраторного двигателя (действительного) их сравнение.
63. Теоретический цикл двигателя с сообщением теплоты при  $P=\text{const}$  и  $V=\text{const}$ , и дизельного двигателя (действительного), их отличия.
64. Тепловые двигатели, их типы и назначение.
65. Теплообменные аппараты ГТУ. Компрессоры ГТУ.
66. Теплота сгорания топлива и потери теплоты от неполноты сгорания  $\alpha < 1$ . Действительное количество воздуха, участвующего в сгорании 1 кг топлива,

суммарное количество свежей смеси. Общее количество продуктов сгорания.

67. Термический КПД термодинамического цикла ГТУ. Полезная внутренняя работа ГТУ.

68. Течение жидкости (пара, газа) в лопаточных каналах, скорость пара.

69. Удельная полезная работа нагнетательных машин.

70. Удельный индикаторный и эффективный расход топлива.

71. Удельный расход воздуха ГТУ. Удельный расход тепла и топлива ГТУ.

72. Уравнение сгорания, его составляющие.

73. Характеристики центробежных машин при  $n = \text{const}$  и  $n \neq \text{const}$  (теоретические характеристики).

74. Цель и задачи изучения курса НиТД. Содержание курса НиТД.

75. Циклы ГТУ (термодинамический и действительный).

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

##### **4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Контроль результатов обучения студентов, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей, контроля самостоятельной работы и промежуточной аттестации.

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

##### **4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 5.

Таблица 5

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)*	Описание
<b>высокий</b>	«зачтено»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)*	Описание
		программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
<i>базовый</i>	«зачтено»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
<i>пороговый</i>	«зачтено»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«не зачтено»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

#### 4.2.1. Критерии оценки устного (письменного) ответа при промежуточной

## аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

**знания:** основные виды, назначение, конструкции, принципы действия нагнетателей и тепловых двигателей, свойства и виды топлив, физикохимические и термодинамические основы тепловых процессов;

**умения:** на основе расчетов подбирать стандартное оборудование, выбирать прогрессивные принципы и схемы организации тепловых процессов в турбинах;

**владение навыками:** методами разработки и оформления проектной и рабочей технической документации нагнетателей и тепловых двигателей с использования нормативных правовых документов, методами проектирования нагнетателей и тепловых двигателей.

### Критерии оценки

<b>зачтено</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- обучающийся демонстрирует знание значительной части основных видов, назначения, конструкций, принципов действия нагнетателей и тепловых двигателей, свойств и видов топлив, физикохимических и термодинамических основ тепловых процессов, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий;</li><li>- уверенно умеет на основе расчетов подбирать стандартное оборудование, выбирать прогрессивные принципы и схемы организации тепловых процессов в турбинах;</li><li>- успешное и системное владение навыками методов разработки и оформления проектной и рабочей технической документации нагнетателей и тепловых двигателей с использования нормативных правовых документов, методов проектирования нагнетателей и тепловых двигателей</li></ul>
<b>зачтено</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей;</li><li>- в целом успешно, но не уверенно умеет на основе расчетов подбирать стандартное оборудование, выбирать прогрессивные принципы и схемы организации тепловых процессов в турбинах;</li><li>- в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение методами разработки и оформления проектной и рабочей технической документации нагнетателей и тепловых двигателей с использования нормативных правовых документов, методами проектирования нагнетателей и тепловых двигателей</li></ul>
<b>зачтено</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала;</li><li>- в целом успешно, но не системно умеет на основе расчетов подбирать стандартное оборудование, выбирать прогрессивные принципы и схемы организации тепловых процессов в турбинах;</li><li>- в целом успешное, но не системное владение методами разработки и оформления проектной и рабочей технической документации нагнетателей и тепловых двигателей с</li></ul>

	использования нормативных правовых документов, методами проектирования нагнетателей и тепловых двигателей.
<b>незачтено</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не знает основные виды, назначение, конструкции, принципы действия нагнетателей и тепловых двигателей, свойства и виды топлив, физикохимические и термодинамические основы тепловых процессов в турбинах, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</li> <li>- не умеет на основе расчетов подбирать стандартное оборудование, выбирать прогрессивные принципы и схемы организации тепловых процессов в турбинах, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</li> <li>- обучающийся не владеет методами разработки и оформления проектной и рабочей технической документации нагнетателей и тепловых двигателей с использованием нормативных правовых документов, методами проектирования нагнетателей и тепловых двигателей, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины не выполнено.</li> </ul>

#### 4.2.2. Критерии оценки выполнения типовых расчетов

При выполнении типовых расчетов обучающийся демонстрирует:

**знания:** последовательность проведения расчетов с целью получения результатов, наиболее близких к требуемым,

**умения:** грамотно обосновывать принятые в ходе расчета решения,

**владение навыками:** применения теоретических положений при выполнении расчета.

#### Критерии оценки выполнения типовых расчетов

<b>отлично</b>	в процессе выполнения типового расчета обучающийся не допустил существенных неточностей в расчетах, грамотно обосновал принятые решения, правильно применил теоретические положения при выполнении расчета
<b>хорошо</b>	в процессе выполнения типового расчета обучающийся не допустил существенных неточностей в расчетах, не смог грамотно обосновать принятые решения, правильно применил теоретические положения при выполнении расчета
<b>удовлетворительно</b>	в процессе выполнения типового расчета обучающийся допустил неточности в расчетах, не оказывающие значительного влияния на конечный результат, не смог грамотно обосновать принятые решения, не правильно применил теоретические положения при выполнении расчета
<b>неудовлетворительно</b>	в процессе выполнения типового расчета обучающийся допустил существенные неточности в расчетах, не смог грамотно обосновать принятые решения, не смог правильно применить теоретические положения при выполнении расчета

### 4.2.3. Критерии оценки лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ обучающийся демонстрирует:

**знания:** последовательность проведения опытов и измерений;

**умения:** представлять полученные результаты в виде отчета;

**владение навыками:** анализа погрешностей.

#### Критерии оценки выполнения лабораторных работ

<b>отлично</b>	обучающийся выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью; в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы; правильно выполнил анализ погрешностей; соблюдал требования безопасности труда.
<b>хорошо</b>	опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений, было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.
<b>удовлетворительно</b>	работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены не существенные ошибки, опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т. д.), не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения, не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей; работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.
<b>неудовлетворительно</b>	работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно

*Разработчик: профессор Глухарев В.А.*

(подпись)

