

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение**

**Наименование образовательной программы: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**


**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Нагнетательные машины**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чусов С.И.
	Идентификатор	R4210572c-ChusovSI-7ebcd3e8

(подпись)

С.И. Чусов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Митрохова О.М.
	Идентификатор	R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867

(подпись)


О.М.

Митрохова

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Грибин В.Г.
	Идентификатор	R44612ca0-GribinVG-8231e2ff

(подпись)

В.Г. Грибин

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения

ИД-1 Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности

ИД-2 Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности

ИД-5 Демонстрирует понимание влияния условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструкционные решения

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Выполнение п.10 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)

2. Выполнение пп. 1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)

3. Выполнение пп. 12,13,14 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)

4. Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)

5. Выполнение пп. 3,5,6,8,9 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)

6. Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса» (Контрольная работа)

7. Тест «Классификация нагнетательных машин» (Тестирование)

8. Тест «Потери в нагнетателях» (Тестирование)

9. Тест «Теория нагнетательных машин» (Тестирование)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %									
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9
	Срок КМ:	2	4	6	8	9	10	10	11	12
Классификация нагнетателей, их основные параметры, конструктивные схемы										
Классификация нагнетателей, их основные параметры,	+									+

конструктивные схемы									
Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей									
Теоретические основы течения в проточных частях центробежных нагнетателей		+	+						+
Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей									
Расчёт проточной части центробежных и осевых нагнетателей				+					
Работа нагнетателя на сеть									
Работа нагнетателя на сеть					+				
Пересчёт нагнетателей по методу подобия									
Пересчёт нагнетателей по методу подобия						+		+	+
Способы регулирования производительности нагнетателей									
Способы регулирования производительности нагнетателей						+	+		+
Совместная работа нагнетателей на сеть									
Совместная работа нагнетателей на сеть									+
Вес КМ:	5	10	5	5	15	10	15	15	20

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности	Знать: теоретические основы течения в проточных частях нагнетателей и причины потерь в них Уметь: определять параметры нагнетательной установки	Тест «Теория нагнетательных машин» (Тестирование) Тест «Потери в нагнетателях» (Тестирование) Выполнение п.10 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа) Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности	Знать: методики расчёта нагнетателя и сети классификацию и принципы действия нагнетательных машин Уметь: рассчитывать характеристику сети	Тест «Классификация нагнетательных машин» (Тестирование) Выполнение пп. 1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа) Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа)
ПК-1	ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует понимание влияния условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструкционные решения	Знать: принципы совместной работы нагнетателей на сеть способы регулирования производительности нагнетателей принципы пересчёта	Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса» (Контрольная работа) Выполнение пп. 3,5,6,8,9 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа) Выполнение пп. 12,13,14 Типового расчёта «Расчёт насосной установки» (Расчетно-графическая работа) Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной

		характеристик нагнетателей на иные параметры Уметь: подбирать нужные нагнетатели в необходимом количестве для обеспечения потребностей сети изменять производительность нагнетателей пересчитывать нагнетатель на иные параметры	установки» (Расчетно-графическая работа)
--	--	---	--

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Тест «Классификация нагнетательных машин»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения 10 минут. При выполнении тестовых заданий нужно поставить в таблице знак «+» против номеров, содержащих исчерпывающе правильные ответы, а знак «-» против номеров, содержащих неправильные ответы или ответы, частично правильные.

#### Краткое содержание задания:

Тест состоит из 3-х вопросов. Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 15.

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: классификацию и принципы действия нагнетательных машин	1. Определения нагнетателей	
	а)	Нагнетатель – это гидравлическая машина, предназначенная для перемещения жидкости
	б)	В нагнетателе механическая энергия приводного двигателя превращается в потенциальную энергию жидкости
	в)	В нагнетателе механическая энергия приводного двигателя превращается в механическую энергию движущейся жидкости
	г)	В нагнетателе механическая энергия приводного двигателя превращается в кинетическую энергию движущейся жидкости
	д)	Нагнетатель – это гидравлическая машина, предназначенная для перемещения жидкости и увеличения её энергии
	2. Классификация нагнетателей	
	а)	насосы всегда предназначены для перемещения жидкой среды, а вентиляторы – для перемещения газообразной среды
	б)	газовые машины подразделяются на вентиляторы, газодувки и компрессоры.
	в)	к нагнетателям относят насосы и газодувные машины
	г)	нагнетатели подразделяются на насосы и вентиляционные машины
	д)	газовые машины подразделяются на вентиляторы, газодувные машины и компрессоры.
	3. Принципы действия нагнетательных машин	
	а)	нагнетатели бывают объёмные и кинетические
	б)	в объёмных нагнетателях рабочие камеры имеют постоянный объём и попеременно сообщаются с входом и выходом нагнетателя
	в)	в кинетических нагнетателях передача энергии

		незамкнутому объёму жидкости происходит под влиянием сил, действующих на жидкость в рабочих камерах, постоянно соединённых с входом и выходом нагнетателя.	
	г)	в объёмных нагнетателях рабочие камеры периодически меняют свой объём и постоянно сообщаются с входом и выходом нагнетателя	
	д)	нагнетатели бывают объёмные и динамические	

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 14 баллов.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 12 баллов.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 8 баллов.

### КМ-2. Тест «Теория нагнетательных машин»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения 20 минут. При выполнении тестовых заданий нужно поставить в таблице знак «+» против номеров, содержащих правильные ответы, а знак «-» против номеров, содержащих неправильные ответы.

### Краткое содержание задания:

Тест состоит из 8-ми вопросов. Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 40.

### Контрольные вопросы/задания:

Знать: теоретические основы течения в проточных частях нагнетателей и причины потерь в них	1. Лопатки, загнутые назад	
	а)	применяют для увеличения КПД нагнетательной машины
	б)	увеличивают подачу нагнетательной машины
	в)	применяют для увеличения напора нагнетательной машины
	г)	увеличивают скорость потока в спиральной камере
	д)	применяют для высокооборотных нагнетательных машин
	2. Степень реакции ступени	
	а)	пропорциональна плотности перемещаемой среды
	б)	увеличивается с ростом диаметра
	в)	зависит от кориолисовых сил
	г)	влияет на напор, развиваемый рабочим колесом
	д)	зависит от частоты вращения



### 3. Лопатки, загнутые вперед

а)	применяют для увеличения КПД нагнетательной машины
б)	снижают подачу нагнетательной машины
в)	применяют для увеличения напора нагнетательной машины
г)	увеличивают скорость потока в спиральной камере
д)	применяют для высокооборотных нагнетательных машин

### 4. Лопатки, оканчивающиеся радиально

а)	применяют для увеличения КПД нагнетательной машины
б)	не оказывают влияния на подачу нагнетательной машины
в)	применяют для увеличения напора нагнетательной машины
г)	дают минимум потерь скоростного напора в спиральной камере
д)	применяют для высокооборотных нагнетательных машин

### 5. Зависимость теоретического напора от подачи

а)	прямо пропорциональна диаметру
б)	изображается прямой линией
в)	обратно пропорциональна частоте вращения нагнетательной машины
г)	не зависит от угла
д)	не зависит от плотности перемещаемой среды

### 6. Зависимость теоретической мощности от подачи

а)	изображается квадратичной параболой
б)	не зависит от угла
в)	зависит от степени реакции ступени
г)	может являться прямой линией
д)	прямо пропорциональна плотности перемещаемой среды

### 7. Теоретический напор

а)	прямо пропорционален диаметру
б)	увеличивается с ростом диаметра
в)	зависит от плотности перемещаемой среды
г)	зависит от размеров нагнетательной машины
д)	не зависит от частоты вращения

### 8. Рост угла

а)	вызывает уменьшение степени реакции
б)	прямо пропорционален росту диаметра
в)	вызывает рост доли статической энергии в
г)	увеличивает КПД нагнетательной машины
д)	приводит к росту теоретического напора

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 38 баллов.

*Оценка:* 4

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 34 баллов.

*Оценка:* 3

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если набрано не менее 28 баллов.

### **КМ-3. Тест «Потери в нагнетателях»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения 10 минут. При выполнении тестовых заданий нужно поставить в таблице знак «+» против номеров, содержащих правильные ответы, а знак «-» против номеров, содержащих неправильные ответы.

#### **Краткое содержание задания:**

Тест состоит из 3-х вопросов. Максимальное количество баллов за все правильно выполненные тестовые задания - 15.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: теоретические основы течения в проточных частях нагнетателей и причины потерь в них	<b>1. Гидравлические потери в нагнетательной машине</b>	
	<b>а)</b>	зависят от размеров нагнетательной машины
	<b>б)</b>	не зависят от скорости перемещаемой среды
	<b>в)</b>	зависят от величины зазоров между рабочим колесом и корпусом машины
	<b>г)</b>	зависят от формы элементов нагнетательной машины
	<b>д)</b>	не зависят от плотности перемещаемой среды
	<b>2. Объёмные потери в нагнетательной машине</b>	
	<b>а)</b>	зависят от объема перемещаемой среды
	<b>б)</b>	не зависят от скорости перемещаемой среды
	<b>в)</b>	зависят от величины зазоров между рабочим колесом и корпусом машины
	<b>г)</b>	не зависят от величины износа уплотнений
	<b>д)</b>	зависят от плотности перемещаемой среды
	<b>3. Механические потери в нагнетательной машине</b>	
	<b>а)</b>	зависят от объема перемещаемой среды
	<b>б)</b>	не зависят от величины зазоров между ротором и корпусом нагнетателя
	<b>в)</b>	зависят от материала, из которого изготовлен нагнетатель
	<b>г)</b>	пропорциональны скорости перемещаемой среды
	<b>д)</b>	зависят от плотности перемещаемой среды

#### **Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 14 баллов.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 12 баллов.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если набрано не менее 8 баллов.

#### КМ-4. Выполнение п.10 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Срок выполнения п.10 Типового расчёта - до 8-й недели. Оценивается правильность выполнения пункта в установленные сроки. Для выполнения п.10 Типового расчёта требуется методика расчёта рабочего колеса центробежного насоса, приведённая в учебнике Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы и компрессоры. Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов – 2-е изд. - М., Энергоатомиздат, 1984.

**Краткое содержание задания:**

1. Определить режим работы насоса  $Q_H$ ,  $H_H$ ,  $\eta_H$ ,  $N_p$ ,  $N_z$  (при полностью открытом кране  $\zeta_{откр.кр}$ ).
2. Каким должен быть диаметр трубопровода, чтобы КПД насоса был максимальным?
3. Какими должны стать обороты двигателя, чтобы подача насоса увеличилась на  $\alpha$  %? Определить в этом режиме  $Q_H$ ,  $H_H$ ,  $\eta_H$ ,  $N_p$ ,  $N_z$ .
4. После частичного закрытия крана (коэффициент гидравлического сопротивления  $\zeta_{кр}$ ) определить  $Q_H$ ,  $H_H$ ,  $\eta_H$ ,  $N_p$ ,  $N_z$ .
5. Как надо изменить обороты двигателя, чтобы получить такую же подачу, которая получилась при частичном закрытии крана (п.4), если насос будет работать на ту же сеть при полном открытии крана? Определить при этом  $Q_H$ ,  $H_H$ ,  $\eta_H$ ,  $N_p$ ,  $N_z$ .
6. В каком интервале расходов и напоров КПД насоса будет выше 40%, если скорость вращения вала двигателя уменьшится на  $\alpha$  %?
7. На какой высоте  $H_{ст}$  надо установить напорный бак, чтобы КПД установки был максимальным?
8. Найти скорость вращения вала насоса  $n$ , при которой установка будет иметь максимальный КПД, работая на ту же сеть.
9. Определить тип колеса центробежного насоса.
10. Определить экономические, кинематические и геометрические параметры насоса.
11. Определить допустимую высоту всасывания  $H_{вс\_доп}$  при найденном в п.1 режиме работы.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: определять параметры нагнетательной установки	1.Определить экономические, кинематические и геометрические параметры насоса.
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункт сделан полностью верно без опозданий с первой попытки.

*Оценка:* 4

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если либо в расчёте присутствуют ошибки в заключительных действиях какого-либо из подпунктов, которые не влияют на последующие расчёты в данном пункте; либо неверно указаны размерности величин; либо размерности величин не указаны; либо пункт сделан полностью верно с опозданием не более чем на 1 неделю и не более чем со второй попытки.

*Оценка:* 3

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункт сделаны полностью верно с опозданием более чем на 2 недели или более чем со второй попытки.

### **КМ-5. Выполнение пп. 1,2,4,7,11 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Срок выполнения пп. 1,2,4,7,11 Типового расчёта - до 10-й недели. Оценивается правильность выполнения пунктов в установленные сроки.

**Краткое содержание задания:**

Приведено в КМ-4.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: методики расчёта нагнетателя и сети</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое максимальная и допустимая высота всасывания насоса?</li> <li>2. Перечислите способы увеличения максимальной высоты всасывания.</li> <li>3. Что такое явление кавитации, причины её возникновения и меры, снижающие вероятность её возникновения.</li> <li>4. Объясните понятие сети (системы). Как рассчитать сопротивления сети.</li> <li>5. Отобразите типовой график работы нагнетателя в системе. Объясните понятие рабочая точка.</li> </ol>
<p>Уметь: рассчитывать характеристику сети</p>	<p>Определить режим работы насоса (<math>Q_H, H_H, \eta_H, N_n, N_3</math>)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. (при полностью открытом кране <math>\zeta_{откр.кр}</math>).</li> <li>2. Каким должен быть диаметр трубопровода, чтобы КПД насоса был максимальным?</li> <li>3. После частичного закрытия крана (коэффициент гидравлического сопротивления <math>\zeta_{кр}</math>), определить (<math>Q_H, H_H, \eta_H, N_n, N_3</math>).</li> <li>4. На какой высоте <math>H_{ст}</math> надо установить напорный бак, чтобы КПД установки был максимальным?</li> <li>5. Определить допустимую высоту всасывания <math>H_{ес}^{дон}</math> при найденном в п.1 режиме работы.</li> </ol>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункты сделаны полностью верно без опозданий с первой попытки.

*Оценка:* 4

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если либо в расчёте присутствуют ошибки в заключительных действиях какого-либо из пунктов, которые не влияют на последующие расчёты; либо неверно указаны размерности величин; либо размерности величин не указаны; либо пункты сделаны полностью верно с опозданием не более чем на 1 неделю и не более чем со второй попытки.

*Оценка:* 3

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункты сделаны полностью верно с опозданием более чем на 2 недели или более чем со второй попытки.

### КМ-6. Контрольная работа «Пересчёт размерных и безразмерных характеристик; расчёт коэффициента быстроходности насоса»

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

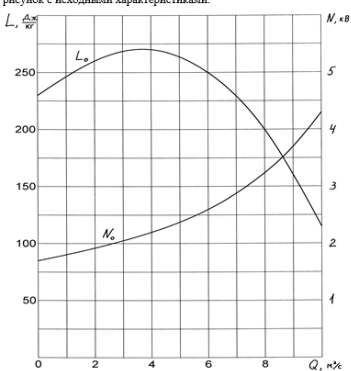
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

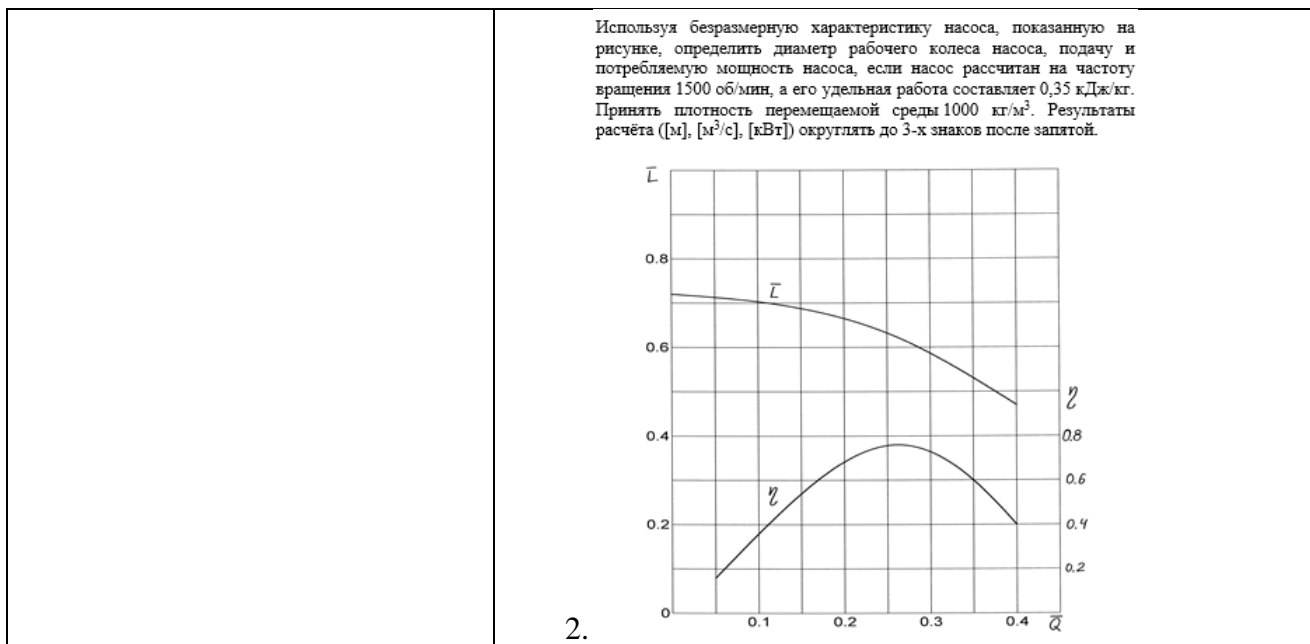
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Время выполнения - 60 минут.

**Краткое содержание задания:**

Контрольная работа содержит три задачи.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: принципы пересчёта характеристик нагнетателей на иные параметры</p>	<p>1. Как изменятся размерные и безразмерные характеристики нагнетателя при изменении тех или иных параметров? 2. Какие существуют способы регулирования производительности нагнетателей?</p>																																				
<p>Уметь: изменять производительность нагнетателей</p>	<p>Какого типа должно быть рабочее колесо насоса под следующие параметры: подача <math>1 \text{ м}^3/\text{с}</math>, напор 25 м, частота вращения вала приводного двигателя 1000 об/мин?</p> <p>1.</p>																																				
<p>Уметь: пересчитывать нагнетатель на иные параметры</p>	<p>Известны характеристики насоса, представленные на рисунке. Данный насос имеет двигатель с частотой вращения <math>n = 3000</math> об/мин. Пользуясь данными характеристиками, рассчитать параметры насоса (<math>Q, L, N</math>) на частоту вращения <math>n = 2600</math> об/мин. Ответ представить в виде таблицы исходных (<math>Q_0, L_0, N_0</math>) и новых (<math>Q, L, N</math>) значений, а также в виде характеристики, нанесенных на рисунок с исходными характеристиками.</p>  <table border="1" data-bbox="798 1836 1085 1904"> <tr> <td><math>Q_0, [\text{м}^3/\text{с}]</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>L_0, [\text{Дж}/\text{кг}]</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>N_0, [\text{кВт}]</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="798 1915 1085 1982"> <tr> <td><math>Q, [\text{м}^3/\text{с}]</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>L, [\text{Дж}/\text{кг}]</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><math>N, [\text{кВт}]</math></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>1.</p>	$Q_0, [\text{м}^3/\text{с}]$						$L_0, [\text{Дж}/\text{кг}]$						$N_0, [\text{кВт}]$						$Q, [\text{м}^3/\text{с}]$						$L, [\text{Дж}/\text{кг}]$						$N, [\text{кВт}]$					
$Q_0, [\text{м}^3/\text{с}]$																																					
$L_0, [\text{Дж}/\text{кг}]$																																					
$N_0, [\text{кВт}]$																																					
$Q, [\text{м}^3/\text{с}]$																																					
$L, [\text{Дж}/\text{кг}]$																																					
$N, [\text{кВт}]$																																					



**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если все три задачи решены полностью и верно, без недочетов и правильно изображены требуемые зависимости; у всех величин указана размерность.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если задачи решены в целом верно и правильно изображены требуемые зависимости: либо не доделано не более 10% какой-либо одной задачи; либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях одной из задач, искажающие результат не более чем на 10%; не у всех величин указана размерность.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если в целом верно изображены требуемые зависимости или отсутствует требуемые зависимости в какой-либо из задач и либо правильно решено не менее 80% каждой задачи, либо использованы правильные формулы, но при подстановке значений допущены ошибки в одной из задач, либо присутствуют арифметические ошибки в вычислениях каждой из задач, искажающие результат не более чем на 10%.

**КМ-7. Выполнение пп. 3,5,6,8,9 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Срок выполнения пп. 3,5,6,8,9 Типового расчёта - до 14-й недели. Оценивается правильность выполнения пунктов в установленные сроки.

**Краткое содержание задания:**

Приведено в КМ-4.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: производить нагнетателей	изменять	<p>Какими должны стать обороты двигателя, чтобы подача насоса увеличилась на <math>\alpha</math> %? Определить в этом режиме</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><math>(Q_H, H_H, \eta_H, N_n, N_s)</math>.</li> <li>В каком интервале расходов и напоров КПД насоса будет выше 40%, если скорость вращения вала двигателя уменьшится на <math>\alpha</math> %?</li> <li>Найти скорость вращения вала насоса <math>n</math>, при которой установка будет иметь максимальный КПД, работая на ту же сеть.</li> <li>Определить тип колеса центробежного насоса.</li> </ol>
---------------------------------	----------	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункты сделаны полностью верно без опозданий с первой попытки.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если либо в расчёте присутствуют ошибки в заключительных действиях какого-либо из пунктов, которые не влияют на последующие расчёты; либо неверно указаны размерности величин; либо размерности величин не указаны; либо пункты сделаны полностью верно с опозданием не более чем на 1 неделю и не более чем со второй попытки.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункты сделаны полностью верно с опозданием более чем на 2 недели или более чем со второй попытки.

**КМ-8. Выполнение пп. 12,13,14 Типового расчёта «Расчёт насосной установки»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Срок выполнения пп. 12,13,14 Типового расчёта - до 16-й недели. Оценивается правильность выполнения пунктов в установленные сроки.

**Краткое содержание задания:**

Приведено в КМ-4.

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: нагнетатель на иные параметры	пересчитывать	<p>Определить затраченную мощность насоса при уменьшении расхода <math>Q</math> в 2 раза:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) дросселем; 2) изменением числа оборотов.</li> <li>Во сколько раз нужно увеличить обороты двигателя, чтобы расход в системе увеличился на 20%?</li> <li>Как изменятся параметры насоса <math>(Q_H, H_H, \eta_H, N_n, N_s)</math> при уменьшении числа оборотов на 2 %?</li> </ol>
--------------------------------------	---------------	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если пункты сделаны полностью верно без опозданий с первой попытки.

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если либо в расчёте присутствуют ошибки в заключительных действиях какого-либо из пунктов, которые не влияют на последующие расчёты; либо неверно указаны размерности величин; либо размерности величин не указаны; либо пункты сделаны полностью верно с опозданием не более чем на 1 неделю и не более чем со второй попытки.

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания: выставляется, если пункты сделаны полностью верно с опозданием более чем на 2 недели или более чем со второй попытки.

### **КМ-9. Выполнение пп. 15,16 и защита Типового расчёта «Расчёт насосной установки»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Срок выполнения пп. 15,16 Типового расчёта - до 18-й недели. Оценивается правильность выполнения пунктов в установленные сроки. К защите Типового расчета допускаются обучающиеся, правильно выполнившие все пункты Типового расчета. Время опроса – не более 15 мин.

#### **Краткое содержание задания:**

На защите обучающемуся задаются теоретические и практические вопросы по выполненному Типовому расчету.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: теоретические основы течения в проточных частях нагнетателей и причины потерь в них	Назовите виды потерь в нагнетателях и объясните их 1. природу и физический смысл.
Знать: классификацию и принципы действия нагнетательных машин	1. На каких принципах работают нагнетательные машины? Как происходит преобразование энергии в 2. нагнетательной установке?
Знать: принципы пересчёта характеристик нагнетателей на иные параметры	Какие принципы положены в основу пересчёта 1. характеристик нагнетателей?
Знать: принципы совместной работы нагнетателей на сеть	1.Отобразите графически, как реализуется совместная работа нескольких нагнетателей на общую сеть. 2.Отобразите схему параллельного и последовательного соединения насосов. 3.Приведите графический пример совместных характеристик насосов, включенных параллельно и последовательно. 4.Объясните понятие помпаж насоса.
Знать: способы регулирования производительности нагнетателей	Какие существуют способы регулирования 1. производительности насосов? Какие существуют способы регулирования 2. производительности вентиляторов?



<p>Уметь: подбирать нужные нагнетатели в необходимом количестве для обеспечения потребностей сети</p>	<p>Исследовать совместную работу двух насосов с различными характеристиками (параллельное и последовательное их включение).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назовите основные параметры нагнетателей и их размерность.</li> <li>2. Каким образом можно определить параметры нагнетателей по показаниям приборов?</li> <li>3. Как изменится характеристика сети, если увеличить степень открытия крана на напорном трубопроводе?</li> <li>4. Как изменится подача насоса при увеличении частоты вращения приводного двигателя?</li> <li>5. Как строится суммарная характеристика двух одинаковых совместно работающих насосов?</li> <li>6. Как изменится суммарная характеристика совместно работающих нагнетателей при уменьшении подачи одного из нагнетателей?</li> <li>7.</li> </ol>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны правильные ответы, без недочетов.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если на все вопросы даны ответы, при этом суммарно допущено не более двух ошибок.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если не менее чем на половину вопросов даны правильные ответы, либо при ответе часто допускались ошибки.

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

МЭИ	БИЛЕТ К ЗАЧЕТУ № XX	Утверждаю
	Кафедра Паровых и газовых турбин	Зав.кафедрой ПГТ
		Дисциплина «Нагнетательные машины»
	Институт ЭиМИ	20XX г.
1. Особенности условий работы дымососов и мельничных вентиляторов.		
2. Конструкция центробежного насоса с двусторонним подводом.		
3. Задача Определить потери давления в прямой трубе длиной $l = 8$ м и диаметром $d = 24$ мм при движении по нему воды со скоростью $c = 2$ м/с. Кинематическая вязкость жидкости $\nu = 0,295 \cdot 10^{-6}$ м <sup>2</sup> /с. Рассмотреть два варианта: а) трубопровод с гладкими стенками и б) трубопровод с шероховатостью на внутренней поверхности при высоте микронеровностей $\Delta = 0,12$ мм.		

## Процедура проведения

Зачет проводится в устной форме по билетам согласно программе зачета. Билет включает теоретический вопрос, вопрос по конструкции и практическую задачу. Время на подготовку - не более 45 мин. Время опроса - не более 15 мин.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

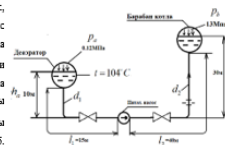
1.Примеры практических задач:

#### Задача 1.

Определить потери давления в прямой трубе длиной  $l = 8$  м и диаметром  $d = 24$  мм при движении по нему воды со скоростью  $v = 2$  м/с. Кинематическая вязкость жидкости  $\nu = 0,295 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с. Рассмотреть два варианта: а) трубопровод с гладкими стенками и б) трубопровод с шероховатостью на внутренней поверхности при высоте микронеровностей  $\Delta = 0,12$  мм.

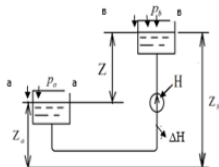
#### Задача 2.

Найти полезную и потребляемую мощность насоса, если известна объемная подача  $Q = 200$  м<sup>3</sup>/час, КПД насоса  $\eta_{\text{нас}} = 0,75$ , диаметр колеса на входе в насос  $d_1 = 180$  мм, диаметр колеса на выходе из насоса  $d_2 = 90$  мм. Коэффициент сопротивления для задвижки  $\xi_{\text{зад}} = 2,0$ . Коэффициент сопротивления от поворота потока  $\xi_{\text{пов}} = 1,25$ . Плотность воды  $\rho_{\text{вод}} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Кинематическая вязкость воды  $\nu = 0,285 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с. Расчёт вести для гладких труб. Коэффициент сопротивления мерной диафрагмы не учитывать.



#### Задача 3.

Определить напор, развиваемый насосом, включенным по данной схеме. Уровень воды не меняется. Давление  $P_1 = 1,2 \cdot 10^5$  Па, давление  $P_2 = 5,5 \cdot 10^5$  Па. Потери удельной энергии в системе  $\Delta E = 0,02$  кДж/кг.  $Z_1 = 20$  м,  $Z_2 = 30$  м. Плотность воды  $\rho_{\text{вод}} = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Скорость жидкости в сечении а-а  $C_1 = 0$  м/с, в сечении в-в  $C_2 = 3,5$  м/с.



#### Задача 4.

Центробежный насос имеет объемную подачу  $Q = 25 \cdot 10^3$  м<sup>3</sup>/с. Скорость вращения колеса насоса  $n = 3000$  об/мин. Диаметр колеса на выходе  $d_2 = 160$  мм, длина лопатки на выходе  $l_2 = 15$  мм. Угол  $\beta = 30^\circ$ . Гидравлический КПД  $\eta_h = 0,8$ . Поток жидкости на входе в колесо не завихрен. Найти напор, создаваемый насосом.

## Материалы для проверки остаточных знаний

1.X

Ответы:

XX

Верный ответ: XXX

## 2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности

### Вопросы, задания

1.Примеры вопросов по конструкции:

1. Устройство осевого насоса и вентилятора. Схемы осевых насосов и вентиляторов.
2. Конструкция многоступенчатого центробежного питательного насоса.
3. Конструкция центробежного насоса с двусторонним подводом.
4. Конструкция центробежного консольного насоса.
5. Конструкция многоступенчатого центробежного питательного насоса.
6. Конструкция двухступенчатого конденсатного насоса.
7. Конструкция осевого циркуляционного насоса.

## Материалы для проверки остаточных знаний

1.X

Ответы:

XX

Верный ответ: XXX

## 3. Компетенция/Индикатор: ИД-5ПК-1 Демонстрирует понимание влияния условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструкционные решения

### Вопросы, задания

1.Примеры теоретических вопросов:

1. Работа насоса в системе. Рабочая точка.
2. Регулирование производительности насосов. Достоинства и недостатки различных способов регулирования.

3. Максимальная высота всасывания насоса. Явление кавитации и борьба с ней.
4. Осевое усилие в насосе и его уравнивание.
5. Особенности условий работы дымососов и мельничных вентиляторов.
6. Многоступенчатое повышение давления в насосе.
7. Пересчет характеристик лопастных насосов (подачи  $Q$ , напора  $H$ , мощности  $N$ ) при изменении размеров насоса и плотности жидкости.
8. Пересчет характеристик лопастных насосов (подачи  $Q$ , напора  $H$ , мощности  $N$ ) при изменении частоты вращения  $n$ .

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1.X

Ответы:

XX

Верный ответ: XXX

### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если правильно выполнено практическое задание и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных процессов и явлений или решения задач.

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки.

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* выставляется, если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки.

### **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.