


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

  
Декан факультета машиностроения и  
аэрокосмической техники  
И.Г. Дроздов  
«23» сентября 2025г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Насосное оборудование нефтяной отрасли»**

**Специальность** 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии

**Специализация** Машины и оборудование для транспортировки, переработки и хранения углеводородов


**Квалификация выпускника** Горный инженер (специалист)

**Нормативный период обучения** 5 лет и 6 м.


**Форма обучения** очная


**Год начала подготовки** 2026

Автор программы  
Заведующий кафедрой  
Нефтегазового  
оборудования и  
транспортировки

  
\_\_\_\_\_ Е.М. Оболонская

Руководитель ОПОП

  
\_\_\_\_\_ С.Г. Валухов

  
\_\_\_\_\_ С.Г. Валухов

Воронеж 2025

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Формирование знаний по основным видам насосного оборудования, о методах решения технических и организационных задач, возникающих в процессе производственной деятельности; приобретение умений и навыков эксплуатации энергетического оборудования при осуществлении производственной деятельности на предприятиях нефтегазовой отрасли, необходимых для успешной деятельности в условиях рыночной экономики.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

Овладение знаниями в области эксплуатации насосного оборудования нефтегазового производства.

Ознакомление с правилами, технологией и особенностями эксплуатации основного насосного оборудования на предприятиях нефтегазовой отрасли.

Привитие навыков инженерного мышления при решении конкретных технико-технологических задач в производственной деятельности предприятий и организаций нефтегазового комплекса.

Теоретическое и практическое освоение методов расчета при проектировании и эксплуатации насосного оборудования, оценки эффективности проектных решений в области его эксплуатации и обслуживания.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Насосное оборудование нефтяной отрасли» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Насосное оборудование нефтяной отрасли» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен осуществлять контроль и эксплуатацию технологического оборудования (резервуаров, насосных станций, трубопроводов, запорной арматуры и др.)

ПК-9 - Способен управлять производственным процессом эксплуатации НППС, включая контроль технического состояния оборудования

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ПК-4	Знать: - виды и конструкции основного и вспомогательного насосного оборудования насосных станций; - методы проведения испытаний насосного оборудования
	Уметь:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять анализ научно-технической информации по теме;</li> <li>- работать с вычислительной техникой, оргтехником, электронной почтой, справочно-правовыми системами, в локальных и глобальной компьютерных сетях</li> </ul>
	Владеть методами построения характеристик центробежного насоса и определения его рабочей точки в системе
ПК-9	Знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>- отраслевые стандарты, технические регламенты, устанавливающие требования к эксплуатации оборудования НППС;</li> <li>- назначение, устройство и принцип работы оборудования НППС</li> </ul>
	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать показатели работы оборудования НППС;</li> <li>- пользоваться специализированными программными продуктами по направлению деятельности</li> </ul>
	Владеть методами анализа показателей НППС

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Насосное оборудование нефтяной отрасли» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	78	78
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	36	36
в том числе в форме практической подготовки	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	24	24
<b>Самостоятельная работа</b>	93	93
<b>Курсовой проект</b>	+	+
Часы на контроль	45	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Характеристика нефтяной отрасли	Значение нефтяной отрасли в народном хозяйстве. Состав отрасли. Техничко-экономические показатели развития отрасли. Факторы размещения. География отрасли. Особенности современного развития отрасли и перспективы развития	4	6	4	14	28
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	-	2
2	Общие сведения о НППС, основное энергетическое оборудование	НППС в системе транспорта углеводородов. Общие сведения о насосах. Назначение и классификация насосов. Основные энергетические параметры насосного оборудования. Понятие о насосной установке, принципиальная технологическая схема.	4	6	4	16	30
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	-	2
3	НО динамического типа	Классификация динамических насосов. Центробежные насосы: принцип действия, конструкция и основы теории. Характеристики центробежных насосов и работа в системе. Осевые насосы: принцип действия, конструкция, характеристики.	4	6	4	16	30
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	-	2
4	НО объемного типа	Объемные насосы: принцип действия, классификация. Применение объемных насосов в нефтяной отрасли. Основные параметры и характеристики.	2	6	4	16	28
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	4	-	-	4
5	Струйные насосы	Струйные насосы: область применения, принцип действия, классификация. Применение струйных насосов в нефтяной отрасли. Основные параметры и характеристики	2	6	4	16	28
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	4	-	-	4
6	Техническая эксплуатация НО, НППС	Основные положения правил технической эксплуатации насосных станций. Организация профилактического и капитального ремонта оборудования. Охрана труда и мероприятия по технике безопасности.	2	6	4	15	27
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	4	-	-	4
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>93</b>	<b>171</b>

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на практических занятиях и (или) лабораторных работах:

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельными элементами работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Ознакомление со структурой нефтегазового комплекса России	ПК-4, ПК-9
2	Чтение и анализ технологических схем НППС	ПК-4, ПК-9
3	Расчет и построение характеристик центробежного насоса. Определение рабочей точки и анализ режимов работы насоса в системе	ПК-4, ПК-9
4	Расчет производительности объемного насоса. Сравнительный анализ и выбор типа насоса для конкретной технологической операции	ПК-4, ПК-9
5	Расчет основных параметров струйного насоса. Анализ эффективности применения струйного насоса по сравнению с центробежным	ПК-4, ПК-9
6	Разработка графика планово-предупредительных ремонтов для насосного агрегата.	ПК-4, ПК-9

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Энергетические испытания центробежного насоса

Кавитационные испытания центробежного насоса

Исследование совместной работы центробежных насосов при параллельном и последовательном соединении

Испытания нерегулируемого объемного насоса

Определение характеристик струйного насоса

Планирование проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту на основе оценки текущего технического состояния насосного оборудования

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 7 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Проектирование электронасосного агрегата»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

1. Выполнить гидравлический расчет и определить:
  - основные геометрические размеры проточной части;
  - объемные потери;
  - радиальные и осевые силы, действующие на ротор.
2. Выполнить профилирование проточной части:
  - рабочего колеса;
  - спирального отвода.
3. Выбрать по каталогам и справочной информации электродвигатель.

4. Выполнить по полученным расчетным геометрическим размерам чертежи:

- меридионального сечения рабочего колеса;
- фронтального сечения рабочего колеса;
- спирального отвода.

Курсовой проект включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать: - виды и конструкции основного и вспомогательного насосного оборудования насосных станций; - методы проведения испытаний насосного оборудования	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: - осуществлять анализ научно-технической информации по теме; - работать с вычислительной техникой, оргтехникой, электронной почтой, справочно-правовыми системами, в локальных и глобальной компьютерных сетях	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами построения характеристик центробежного насоса и определения его рабочей точки в системе	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-9	Знать: - отраслевые стандарты, технические регламенты, устанавливающие требования к эксплуатации оборудования НППС; - назначение, устройство и принцип работы оборудования	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	НППС			
	Уметь: - анализировать показатели работы оборудования НППС; - пользоваться специализированными программными продуктами по направлению деятельности	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами анализа показателей НППС	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта, выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	Знать: - виды и конструкции основного и вспомогательного насосного оборудования насосных станций; - методы проведения испытаний насосного оборудования	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: - осуществлять анализ научно-технической информации по теме; - работать с вычислительной техникой, оргтехникой, электронной почтой, справочно-правовым и системами, в локальных и глобальной компьютерных сетях	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами построения характеристик центробежного насоса и определения его рабочей точки в системе	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-9	Знать: - отраслевые стандарты,	Тест	Выполнение теста на 90-	Выполнение теста на 80-	Выполнение теста на 70-	В тесте менее 70%

технические регламенты, устанавливающие требования к эксплуатации оборудования НППС; - назначение, устройство и принцип работы оборудования НППС		100%	90%	80%	правильных ответов
Уметь: - анализировать показатели работы оборудования НППС; - пользоваться специализированными программными продуктами по направлению деятельности	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
Владеть методами анализа показателей НППС	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Как называется насос, в котором жидкая среда перемещается за счет сил вязкого трения?
  - а) **насос трения;**
  - б) динамический насос;
  - в) центробежный насос.
2. Какие насосы относятся к объемным?
  - а) центробежные насосы;
  - б) **поршневые насосы;**
  - в) **роторные насосы;**
  - г) струйные
  - д) вихревые
3. Какие насосы относятся к насосам трения?
  - а) **вихревые насосы;**
  - б) **струйные насосы;**
  - в) центробежные насосы.
4. Какие эксплуатационные показатели объемного насоса определяют рабочий объем?
  - а) потребляемую мощность;
  - б) **подачу жидкости;**
  - в) полезную мощность;
  - г) напор насоса.

5. Какие параметры относятся к основным свойствам, характерным для объемных насосов и отличающим их от динамических насосов?
- неравномерность подачи
  - герметичность
  - неподвижность рабочей камеры
  - самовсасывание.**
6. Как классифицируют возвратно-поступательные насосы?
- поршневые**
  - шестеренные
  - плунжерные**
7. К чему приводит повышение механического КПД в поршневых насосах?
- к снижению объемного КПД
  - к увеличению гидравлического КПД
  - к увеличению объемного КПД
  - к снижению гидравлического КПД
  - повышение механического КПД не влияет на значение объемного и гидравлического КПД.**
8. Какие нижеперечисленные выражения верны?
- теоретическая подача может быть определена при рабочем объеме и частоте его вращения**
  - теоретическая подача существует при нулевом давлении на выходе насоса**
  - теоретическая подача не зависит от давления насоса**
  - теоретическая подача больше действительной подачи на величину объёмных потерь.**
9. Что является задачей отводящего устройства центробежного насоса?
- подвод жидкости к рабочему колесу;
  - сбор выходящей из рабочего колеса жидкости;**
  - преобразование кинетической энергии в потенциальную;**
  - создавать заданный (или нулевой) момент скорости (циркуляцию) на входе в рабочее колесо
10. По какой формуле определяется КПД центробежного насоса?
- $\eta = \eta_o \cdot \eta_m \cdot \eta_{д.т}$
  - $\eta = \eta_{г} \cdot \eta_m \cdot \eta_{д.т}$
  - $\eta = \eta_{г} \cdot \eta_o \cdot \eta_m \cdot \eta_{д.т}$**
  - $\eta = \eta_{г} \cdot \eta_o$
11. По какой формуле определяется коэффициент быстроходности?
- $n_s = 3,65 \cdot n \frac{\sqrt{Q}}{H^{\frac{1}{4}}}$
  - $n_s = 3,65 \cdot n \frac{\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}$**

$$\text{в) } n_s = 3,65 \cdot n^2 \frac{\sqrt{Q}}{H^{\frac{3}{4}}}$$

$$\text{г) } n_s = 3,65 \cdot n \frac{\sqrt{Q^3}}{H^4}$$

12. Как соединяются ступени в многоступенчатом центробежном насосе?

- а) **последовательно**
- б) параллельно
- в) радиально

13 Чему равен 1м водного столба?

- а) 133 Па;
- б) **0,01 МПа;**
- в) 133 МПа;
- г) 1 МПа.

14 Гидравлическая машина, предназначенная для преобразования механической энергии двигателя в механическую энергию перекачиваемой жидкости – это:

- а) вакуумметр
- б) манометр
- в) **насос**
- г) компрессор

15 Комплекс насоса и двигателя, соединенных между собой муфтой или валом – это:

- а) насосная станция
- б) насосная установка
- в) привод
- г) **насосный агрегат**

16 Длительная работа центробежного насоса в зоне малых подач (близко к закрытой задвижке) приводит к:

- а) **Перегреву перекачиваемой жидкости и риску кавитации**
- б) Повышению механического КПД
- в) Увеличению межремонтного периода
- г) Стабилизации потребляемой мощности

17 При обнаружении течи через уплотнение вала работающего насоса необходимо:

- а) **Немедленно остановить агрегат по регламенту**
- б) Увеличить давление в системе
- в) Установить поддон для сбора жидкости
- г) Продолжить работу до планового останова

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Основным энергетическим параметром насоса является:

- а) Температура перекачиваемой жидкости
  - б) Полезная мощность (мощность, сообщаемая жидкости)**
  - в) Материал проточной части
  - г) Габаритные размеры насосного агрегата
2. Что понимается под «рабочей точкой» насоса?
- а) Место установки насоса на фундаменте
  - б) Точка пересечения характеристик насоса и трубопроводной сети**
  - в) Режим максимального КПД насоса
  - г) Момент пуска насосного агрегата
3. Какое явление называется кавитацией?
- а) Повышение вибрации насоса при резонансе
  - б) Образование и схлопывание паровых пузырьков в потоке жидкости, ведущее к эрозии деталей**
  - в) Заполнение рабочего колеса газом
  - г) Самопроизвольное увеличение частоты вращения вала
4. Коэффициент быстроходности  $n_s$  – это:
- а) Частота вращения вала насоса в об/мин
  - б) Критерий, классифицирующий насосы по форме рабочего колеса и характеристикам**
  - в) Показатель, определяющий максимальную подачу насоса
  - г) Отношение действительной подачи к теоретической
5. Объемные потери в центробежном насосе – это:
- а) Потери на трение в подшипниках и уплотнениях
  - б) Потери напора на гидравлическое сопротивление в проточной части
  - в) Утечки жидкости из напорной полости во всасывающую через зазоры**
  - г) Потери на трение дисков рабочего колеса о жидкость
6. Главное преимущество центробежных насосов перед поршневыми:
- а) Более высокое создаваемое давление
  - б) Способность перекачивать высоковязкие жидкости
  - в) Равномерная и непрерывная подача**
  - г) Более высокий КПД
7. Что характеризует коэффициент эжекции струйного насоса?
- а) Отношение массы пассивной жидкости к массе рабочей**
  - б) Отношение давления на выходе к давлению на входе
  - в) Степень сжатия рабочей жидкости
  - г) Скорость истечения струи из сопла
8. Для каких целей в нефтяной отрасли чаще применяют поршневые насосы?
- а) Для перекачки больших объемов нефти по магистральным трубопроводам
  - б) В качестве дозирующих и для подачи реагентов под высоким давлением (например, в ГНВП)**

в) Для осушения шахт и откачки пластовой воды

г) В системах охлаждения технологического оборудования

9 Какой параметр НЕ входит в формулу для определения полезной мощности насоса?

а)  $\rho$  - плотность жидкости

б)  $g$  - ускорение свободного падения

в)  $Q$  - подача насоса

г)  $\eta$  - **КПД насоса**

10. При параллельной работе нескольких центробежных насосов на один трубопровод:

а) Суммируются их напоры при примерно постоянной подаче

б) **Суммируются их подачи при примерно постоянном напоре**

в) Их характеристики не влияют друг на друга

г) Подача всегда уменьшается

11. Основная цель проведения планово-предупредительных ремонтов (ППР) насосного оборудования:

а) Полная замена оборудования на новое

б) **Предотвращение внезапных отказов и поддержание работоспособности**

в) Увеличение производительности насоса сверх паспортной

г) Снижение требований к квалификации обслуживающего персонала

12. При подключении второго идентичного насоса к работающему в параллельном режиме ожидаемым результатом будет:

а) **Рост суммарной подачи при незначительном увеличении напора**

б) Удвоение напора в системе

в) Снижение КПД обоих агрегатов

г) Автоматическое перераспределение нагрузок

13 Систематическое отклонение рабочей точки насоса в сторону меньших подач и напоров по сравнению с паспортной характеристикой свидетельствует о:

а) **Износе проточной части (увеличение зазоров)**

б) Неправильной настройке предохранительного клапана

в) Загрязнении всасывающего патрубка

г) Повышении температуры жидкости

14 Постепенное нарастание вибрации насоса с одновременным повышением температуры подшипникового узла требует:

а) **Немедленной остановки для диагностики**

б) Увеличения количества смазки

в) Снижения частоты вращения

г) Усиления фундаментных болтов

15 Для оперативной оценки изменения технического состояния центробежного насоса наиболее информативным является контроль:

а) **Виброакустических характеристик**

- б) Цвета окраски корпуса
- в) Веса агрегата
- г) Шума на выходе

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. У шестеренного насоса рабочий объем равен  $15 \text{ см}^3$ . Какую теоретическую подачу (в  $\text{м}^3/\text{ч}$ ) обеспечит насос при частоте вращения 1500 об/мин?

- а)  $0,9 \text{ м}^3/\text{ч}$
- б)  $1,35 \text{ м}^3/\text{ч}$**
- в)  $2,7 \text{ м}^3/\text{ч}$
- г)  $1350 \text{ м}^3/\text{ч}$

2. Насос перекачивает воду (плотность  $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$ ) с подачей  $50 \text{ л}/\text{с}$  на высоту 25 метров. Чему равна полезная мощность насоса?

- а)  $12.250 \text{ Вт}$
- б)  $12.25 \text{ кВт}$**
- в)  $24.5 \text{ кВт}$
- г)  $125 \text{ кВт}$

3. Струйный насос использует  $3 \text{ кг}/\text{с}$  рабочей жидкости для подъема  $1.5 \text{ кг}/\text{с}$  пассивной жидкости. Определите коэффициент эжекции ( $\eta$ ).

- а)  $0.25$
- в)  $0.5$**
- г)  $2.0$

4. Полезная мощность насоса составляет  $18 \text{ кВт}$ , а потребляемая мощность на валу равна  $22.5 \text{ кВт}$ . Чему равен полный КПД насоса?

- а)  $0.75$
- в)  $0.8$**
- г)  $1.25$

5 Какой напор (в метрах) создает насос, если манометр на его выходе показывает давление  $0.4 \text{ МПа}$ , вакуумметр на входе —  $0.03 \text{ МПа}$ , а геометрическая высота между точками измерений пренебрежимо мала? (Плотность жидкости  $800 \text{ кг}/\text{м}^3$ ).

- а)  $25.6 \text{ м}$
- б)  $38.4 \text{ м}$
- в)  $54.9 \text{ м}$**
- г)  $78.1 \text{ м}$

6. При дросселировании напорного трубопровода центробежного насоса (закрытии задвижки) его подача уменьшилась. Как при этом изменится потребляемая мощность?

- а) Мощность возрастет.
- б) Мощность уменьшится.**
- в) Мощность останется неизменной.
- г) Зависимость мощности от подачи неоднозначна.

7. Характеристика трубопровода задана уравнением  $H_{\text{тр}} = 30 + 100 * Q^2$

( $H$  - м,  $Q$  - м<sup>3</sup>/с). Какая подача установится в системе, если в нее включен центробежный насос с характеристикой  $H_n = 60 - 200 * Q^2$ ?

- а) 0.125 м<sup>3</sup>/с
- б) 0.224 м<sup>3</sup>/с
- в) 0.316 м<sup>3</sup>/с**
- г) 0.447 м<sup>3</sup>/с

8. Центробежный насос имеет характеристику:  $H = 80 - 1200 \times Q^2$  ( $H$  - м,  $Q$  - м<sup>3</sup>/с). Система состоит из двух одинаковых трубопроводов, работающих параллельно, каждый с характеристикой  $H_{tr} = 20 + 800 \times Q^2$ . Найдите напор в рабочей точке системы.

- а) 32.5 м
- б) 45.0 м**
- в) 57.5 м
- г) 68.0 м

9 Насосная установка потребляет из сети 38 кВт. При этом насос имеет КПД 0.78, а КПД электродвигателя составляет 0.92. Какова полезная мощность, передаваемая жидкости?

- а) 25.3 кВт
- б) 27.3 кВт**
- в) 29.6 кВт
- г) 32.8 кВт

10 На насосной станции установлен центробежный насос. При подаче  $Q = 120$  л/с манометр на выходе показывает давление 0.55 МПа, а вакуумметр на входе – 0.03 МПа. Расстояние по вертикали между точками подключения приборов составляет 0.5 м (манометр выше). Потребляемая мощность по ваттметру составляет 85 кВт. Плотность перекачиваемой жидкости (нефтепродукт) 820 кг/м<sup>3</sup>. Рассчитайте напор, развиваемый насосом (в метрах), полезную мощность и КПД.

- а) 55 м, 61кВт, 72 %
- б) 68 м, 65 кВт, 76%
- в) 72м, 68 кВт, 80%**
- г) 80 м, 74 кВт, 87

11 Вам необходимо провести первичный запуск центробежного насоса после монтажа. Расставьте действия в правильной последовательности. Визуально осмотреть агрегат, убедиться в отсутствии посторонних предметов, надежности заземления и креплений.

1. Проверить закрытое положение задвижки на напорном трубопроводе.
2. Открыть задвижку на всасывающем трубопроводе.
3. Заполнить насос и всасывающий трубопровод перекачиваемой средой (залить), стравить воздух.
4. Убедиться, что работа по смазке подшипников выполнена согласно регламенту (запись в журнале ТО, отметка механика).
5. Проверить направление вращения вала насоса (отключив муфту

от двигателя).

6. Подать напряжение на электродвигатель для кратковременной ("толчковой") прокрутки (при соединенной муфте).

7. Плавно открыть задвижку на напорном трубопроводе и вывести насос на рабочий режим.

**Варианты последовательностей:**

а) 2 - 3 - 4 - 1 - 5 - 6 - 7 - 8

б) 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8

в) 2 - 1 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8

г) **1 - 3 - 2 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8**

12 Соотнесите название насоса трения с описанием принципа его действия.

1      дисковый насос;

2      вихревой насос;

3      черпаковый насос

А. Жидкость, поступающая в корпус через кольцевое входное сечение, закручивается лопатками и направляется к его периферии. Здесь она попадает в заборное отверстие отводного устройства, выполненного в виде черпака, и по осевой трубе направляется в напорный патрубок.

Б. Жидкая среда по подводящему устройству поступает к рабочему колесу, в пространстве между дисками благодаря силам трения она получает приращение момента импульса.

В. Рабочий процесс этого насоса основан на передаче энергии лопастями рабочего колеса потоку жидкости в канале в результате переноса импульса от жидкости, движущейся в ячейках рабочего колеса, к жидкости, движущейся в рабочем канале насоса.

**1-Б, 2-В, 3-А**

13 Во время работы поршневого насоса вы заметили снижение подачи, повышенную вибрацию и стуки. Манометр на напорной линии показывает резкие скачки давления. Наиболее вероятная причина этой неисправности:

а) Износ уплотнительных колец поршня.

**б) Неисправность или износ нагнетательного клапана.**

в) Засорение всасывающего фильтра.

г) Ослабление крепления насоса к фундаменту

14 При одновременной работе двух одинаковых центробежных насосов на общий трубопровод один из них отключился по перегрузке. Ваши действия:

а) Увеличить частоту вращения второго насоса.

б) Остановить второй насос для проверки.

**в) Запустить резервный насос и выяснить причину отключения.**

г) Дросселировать напорную линию

15 При плановом замере вибрации насоса выявлено превышение нормы в 1,8 раза, но параметры (подача, напор) в норме. Ваше решение:

а) Продолжить работу до следующего планового останова.

б) Немедленно остановить насос.

**в) Снизить нагрузку и запланировать диагностику на ближайшие сутки.**

г) Увеличить смазку и наблюдать.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену**

1. Изобразите конструктивную схему и объясните принцип действия центробежного насоса. Укажите область применения центробежных насосов.

2. Основное уравнение центробежных насосов

3. Постройте треугольники скоростей жидкости при входе в межлопастные каналы рабочего колеса.

4. Постройте треугольники скоростей жидкости при выходе из крыльчатки центробежного насоса.

5. Уравнение Эйлера

6. Объясните влияние конечного числа лопастей рабочего колеса центробежного насоса на его напор.

7. Объясните влияние угла установки лопасти при выходе из рабочего колеса на его напор и коэффициент реакции.

8. Что такое коэффициент быстроходности?

9. Как классифицируются лопастные насосы по коэффициенту быстроходности?

10. Объясните сущность явления кавитации в центробежных насосах.

11. Что такое геометрическая высота всасывания, подпор насоса и как определяется допустимая геометрическая высота всасывания?

12. Что такое кавитационный запас энергии насоса?

13. Как классифицируются рабочие колеса центробежных насосов по кавитационному коэффициенту быстроходности?

14. Что представляет собой «проточная часть» центробежного насоса?

15. Как устроен спиральный отвод центробежного насоса?

16. На каких теоретических положениях основывается расчет спирального отвода?

17. Объясните устройство и назначение диффузора спирального отвода центробежного насоса.

18. Как устроен направляющий аппарат центробежного насоса?

19. Какие силы действуют на рабочее колесо центробежного насоса?

20. Объясните, отчего возникает и какую величину имеют

осевая и радиальная силы, действующие на крыльчатку центробежного насоса.

21. Укажите способы уравнивания осевой силы в центробежных насосах.

22. Укажите способы уравнивания радиальной силы в центробежных насосах.

23. Какой режим работы насоса называется расчетным и рабочим?

24. Как выражаются условия материального и энергетического балансов системы насос + гидравлическая сеть?

25. Что называется напорной характеристикой насоса?

26. Как получить суммарную напорную характеристику нескольких насосов, работающих параллельно или последовательно?

27. Что такое характеристика насоса?

28. Как влияет быстроходность насоса на форму его характеристики?

29. Какие способы регулирования работы насосных установок вы знаете и в чем их сущность?

30. Перечислите основные параметры лопастной машины, которые влияют на величину подачи?

31. Гидравлический КПД. Что он характеризует и какую величину обычно имеет?

32. Объемный КПД. Что он характеризует и какую величину обычно имеет?

33. Механический КПД. Что он характеризует и какую величину обычно имеет?

34. Что такое гидравлические потери и как они влияют на параметры лопастного насоса?

35. По какой зависимости можно рассчитать гидравлическое сопротивление ?

36. Как уменьшить объемные потери в лопастной машине ?

37. От чего зависят механические потери в лопастной машине ?

38. Какой вид имеет зависимость  $H = f(Q)$  ?

39. Какой вид имеет зависимость  $N = f(Q)$  ?

40. Какой вид имеет зависимость  $\eta = f(Q)$  ?

41. Перечислите основные гидравлические потери, которые возникают в лопастной машине.

42. Как по характеристике найти мощность на режиме холостого хода.

43. Как называется режим, при котором КПД максимален ?

44. Что такое коэффициент быстроходности и какую размерность он имеет?

45. Какие поправки учитываются при построении характеристики лопастной машины ?

46. Приведите формулы пересчета характеристики лопастной машины при изменении числа оборотов.

47. Какие параметры влияют на величину коэффициента

быстроходности?

48. У каких лопастных машин коэффициент быстроходности больше и почему ?

49. При пересчете какого параметра лопастной машины учитываются изменения плотности среды?

50. Принцип действия, классификация и области применения центробежных насосов

51. Принцип действия, классификация и области применения вихревых насосов

52. Принцип действия, классификация и области применения осевых (шнековых)

53. Принцип действия, классификация и области применения объемных насосов

54. Основные технические параметры центробежных насосов: подача, напор, мощность, КПД, кавитационный запас (критический, допускаемый)

55. Формы (виды) рабочих колес с различными коэффициентами быстроходности

56. Требования, предъявляемые к нефтяному насосному оборудованию высокого давления

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

### 7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Характеристика нефтяной отрасли	ПК-4, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
2	Общие сведения о НППС, основное энергетическое оборудование	ПК-4, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
3	НО динамического типа	ПК-4, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
4	НО объемного типа	ПК-4, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
5	Струйные насосы	ПК-4, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту
6	Техническая эксплуатация НО, НППС	ПК-4, ПК-9	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту

### 7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач

на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Насосы и компрессоры. Курс лекций: Учебное пособие. Ухта. УГТУ, 2011. -67 с.:ил.

2. Гидромашины и компрессоры. - 2-е изд. перераб. и доп. - М. : Недра, 1981. - 295 с. : ил

3. Основы механики жидкости: Учеб. пособие. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 105 с.

4. Гидравлические машины и компрессоры : Лабораторный практикум: Учеб. пособие / С. В. Григорьев, С. Г. Валюхов. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 99 с. - 33-00.

5. Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине "Гидравлические машины и компрессоры" по теме "Расчет характеристик центробежного насоса. Особенности конструкции и эксплуатации насосов типа "Д" для студентов специальности 130501 "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" очной и заочной форм обучения. каф. нефтегазового оборудования и транспортировки; 263-2007 - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 29 с.

6. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Конструкции и расчет турбонасосных и насосных агрегатов" для студентов специальности 130501 "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" очной и заочной форм обучения. Ч.1 / каф. нефтегазового оборудования и транспортировки; 261-2007. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 38 с. .

7. Методические указания к лабораторным работам по курсу

"Конструкции и расчет турбонасосных и насосных агрегатов" для студентов специальности 130501 "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" очной и заочной форм обучения. Ч.2 / каф. нефтегазового оборудования и транспортировки; 261-2007 - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 35 с.

9. Методические указания по дисциплине "Конструкции и расчет турбонасосных и насосных агрегатов" для студентов специальности 130501 "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" очной и заочной форм обучения. Ч.1 / каф. нефтегазового оборудования и транспортировки; 204-2007: - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 38 с.

10. Методические указания по дисциплине "Конструкции и расчет турбонасосных и насосных агрегатов" для студентов специальности 130501 "Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ" очной и заочной форм обучения. Ч.2 / каф. нефтегазового оборудования и транспортировки; 205-2007 - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 32 с.

11. Лягова, А. А. Нефтегазовое оборудование головных сооружений и насосных станций : учебное пособие для вузов / А. А. Лягова, А. Е. Белоусов, Г. Г. Попов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 112 с. — ISBN 978-5-507-50633-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/451241>

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Интернет-ресурсы для самостоятельной работы:

Сайт Министерства энергетики РФ, раздел «Нефтегазовый комплекс» (<http://minenergo.gov.ru/activity/oilgas/>);

Электронная информационно-образовательная среда ВГТУ <https://old.education.cchgeu.ru/>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Реализация дисциплины «Насосное оборудование нефтяной отрасли» требует учебной аудитории для проведения учебных занятий, оборудование:

комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья)

Технические средства обучения: переносное техническое оборудование:

- проектор;
- экран;
- переносной компьютер.

Для самостоятельной работы используется «Помещение для самостоятельной работы»/«Методический кабинет»

Оборудование кабинета: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья);

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран для проектора
- ноутбук
- персональный компьютер с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде вуза.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Насосное оборудование нефтяной отрасли» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета насосного оборудования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в

	рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--