

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. декана факультета машиностроения  
и аэрокосмической техники

Ряжских В.И.



«29» августа 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**«Особенности проектирования современного насосного оборудования»**

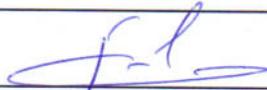
**Направление подготовки (специальность)** 21.04.01 Нефтегазовое дело

**Программа** Моделирование и оптимизация рабочих процессов  
в энергетических системах газонефтепроводов

**Квалификация (степень) выпускника** магистр

**Нормативный срок обучения** 2 года / 2 года 5 мес.

**Форма обучения** очная/заочная

**Автор программы** к.т.н., доцент  / Григорьев С.В./

Программа обсуждена на заседании кафедры нефтегазового оборудования  
и транспортировки  
«28» августа 2017 года Протокол № 1

Зав. кафедрой НГОТ,  
д.т.н., профессор  / С.Г. Валухов/

Руководитель ОПОП,  
д.т.н., профессор  /С.Г. Валухов/

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

формирование компетенций, необходимых для формирования знаний теории и практики проектирования динамических насосов с учетом их изготовления на машиностроительном предприятии.

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

изучить наиболее распространенные типы насосных агрегатов, используемых в нефтегазовой отрасли, их номенклатуру, основные параметры, конструктивные особенности, методики расчета и профилирования, методы испытаний;

использовать ранее полученные знания основных понятий механики жидкости, в том числе современное понимание физической сущности инертности движения и поля кинетической энергии в проектной деятельности применительно к динамическим насосам;

использовать знания физических основ транспорта нефти, гидродинамических эффектов, математического моделирования для произведения расчетов и проектирования проточной части насосного оборудования;

рассмотреть особенности проектирования и конструирования центробежных и центробежно-вихревых насосов для нефтегазовой отрасли.

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

Дисциплина «Особенности проектирования современного насосного оборудования» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

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

Процесс изучения дисциплины «Особенности проектирования современного насосного оборудования» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - способностью использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ, в управлении коллективом

ОПК-4 - способностью разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований

ПК-1 - способностью оценивать перспективы и возможности использования достижений научно-технического прогресса в инновационном развитии отрасли, предлагать способы их реализации

ПК-5 - способностью проводить анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методик и средств решения задачи, проводить патентные исследования с

целью обеспечения патентной чистоты новых разработок

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ОПК-2	<p>знать основные типы насосного оборудования для осуществления их исследования</p> <p>уметь выделять наиболее значимые параметры и характеристики оборудования в ходе выполнения проектных и конструкторских работ</p> <p>владеть способностью использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ при разработке насосного оборудования</p>
ОПК-4	<p>знать основные требования ГОСТов и нормативной документации по разработке научно-технической, проектной и служебной документации в нефтегазовом комплексе по насосному оборудованию</p> <p>уметь оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований по насосному оборудованию в соответствии с требованиями нормативной документации</p> <p>владеть навыками работы с конструкторской документацией, связанной с насосным оборудованием нефтяной промышленности</p>
ПК-1	<p>знать основные достижения научно-технического прогресса в нефтегазовой отрасли по насосному оборудованию и возможности их использования</p> <p>уметь применить достижения научно-технического прогресса на этапах проектирования и эксплуатации насосного оборудования</p> <p>владеть навыками по анализу современных образцов насосного оборудования</p>
ПК-5	<p>знать научно-техническую информацию по насосному оборудованию в нефтегазовом комплексе; методики и средства решения технических задач по проектированию насосного оборудования</p> <p>уметь проводить анализ и систематизацию научно-технической информации по насосному оборудованию, осуществлять выбор методик и средств решения задачи новых разработок насосного оборудования для нефтегазового комплекса</p> <p>владеть навыками по систематизации и анализу информации о современных образцах насосного оборудования</p>

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Особенности проектирования современного насосного оборудования» составляет 5 з.е.

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

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	117	117
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

**заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	8	8
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4
<b>Самостоятельная работа</b>	163	163
<b>Контрольная работа</b>	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	0	180
зач.ед.	5	5

#### 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.	СРС	Всего, час
1	Общие сведения о гидравлических машинах	Общая классификация проточных машин: машины-двигатели и машины-орудия Насосы. Основные технические показатели насосов. Динамические (лопастные) насосы. Коэффициент быстроходности как классификатор типов лопастных насосов. Баланс работ в проточной машине. Работа изменения давления как главная часть этого баланса.	4	2	18	24

2	Гидромеханика центробежного насоса и центробежно-вихревого насоса	Физическая сущность основных понятий механики (механики жидкости): -О физической сущности времени и движения. Сущность дифференциального и интегрального исчисления. -О системах отсчета и сущности сил инерции. Поле кинетической энергии. Силы инерции. Потенциальная энергия. -Кинетическая энергия. Физическая сущность силы. Инертность движения.	4	2	20	26
3	Основные законы и принципы теории механики жидкости:	Закон сохранения энергии. -Закон сохранения количества движения. Самостоятельное изучение. Второй и третий законы Ньютона. Аксиомы статики и динамики. Принцип возможных (виртуальных) перемещений. Общее уравнение динамики. Принцип Даламбера. - Закон сохранения момента количества движения (момента импульса). -Закон инерции (первый закон Ньютона).	4	2	20	26
4	Взаимодействие вращающихся тел с движущейся средой.	Взаимодействие вращающихся тел с движущейся средой. Эффект Магнуса. Взаимодействие вращающихся цилиндров через посредство среды Самостоятельное изучение. Сопrotивление движению твердых тел со стороны окружающей среды. Эффект Коанда. Движение жидкости в лопастных насосах. Планы скоростей и их изменение с расходом жидкости. Самостоятельное изучение. Уравнение Эйлера. Межлопастные вихри. Режимы работы насоса. Потери мощности в насосе.	2	4	20	26
5	Особенности проектирования и конструирования центробежного и центробежно-вихревого насоса	Области применения различных насосов. Работа насосов в гидравлической системе. Выбор типа и марки насосов. Методы изменения характеристики насоса для его приспособления к условиям перекачивания. Кавитация в насосах. Явление кавитации, условия и критерии возникновения в динамических насосах. Кавитационная характеристика центробежного насоса. Расчет всасывания по кавитационному запасу. Меры улучшения процесса всасывания.	2	4	20	26
6	Характеристики лопастных насосов. Применение центробежных насосов в нефтегазовой отрасли	Характеристики насоса для воды. Теоретический анализ характеристик. Влияние плотности и вязкости жидкости на характеристики насоса. Пересчет характеристик насосов с воды на вязкую жидкость. Безразмерная характеристика серии насосов. Формулы подобия, их применение для построения характеристики при изменении частоты вращения. Универсальная характеристика. Параметры оптимального режима серии насосов. Применение $\pi$ -теоремы для ее построения. Безразмерные комплексы. Принципы гидродинамического подобия в лопастных насосах.	2	4	19	25
<b>Итого</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	<b>117</b>	<b>153</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Общие сведения о гидравлических машинах	Общая классификация проточных машин: машины-двигатели и машины-орудия Насосы. Основные технические показатели насосов. Динамические (лопастные) насосы. Коэффициент быстроходности как классификатор типов лопастных насосов. Баланс работ в проточной машине. Работа изменения давления как главная часть этого баланса.	2	-	26	28
2	Гидромеханика центробежного насоса и центробежно-вихревого	Физическая сущность основных понятий механики (механики жидкости): -О физической сущности времени и движения.	2	-	26	28

	насоса	Сущность дифференциального и интегрального исчисления. -О системах отсчета и сущности сил инерции. Поле кинетической энергии. Силы инерции. Потенциальная энергия. -Кинетическая энергия. Физическая сущность силы. Инертность движения.				
3	Основные законы и принципы теории механики жидкости:	Закон сохранения энергии. -Закон сохранения количества движения. Самостоятельное изучение. Второй и третий законы Ньютона. Аксиомы статики и динамики. Принцип возможных (виртуальных) перемещений. Общее уравнение динамики. Принцип Даламбера. - Закон сохранения момента количества движения (момента импульса). -Закон инерции (первый закон Ньютона).	-	-	28	28
4	Взаимодействие вращающихся тел с движущейся средой.	Взаимодействие вращающихся тел с движущейся средой. Эффект Магнуса. Взаимодействие вращающихся цилиндров через посредство среды Самостоятельное изучение. Сопротивление движению твердых тел со стороны окружающей среды. Эффект Коанда. Движение жидкости в лопастных насосах. Планы скоростей и их изменение с расходом жидкости. Самостоятельное изучение. Уравнение Эйлера. Межлопастные вихри. Режимы работы насоса. Потери мощности в насосе.	-	-	28	28
5	Особенности проектирования и конструирования центробежного и центробежно-вихревого насоса	Области применения различных насосов. Работа насосов в гидравлической системе. Выбор типа и марки насосов. Методы изменения характеристики насоса для его приспособления к условиям перекачивания. Кавитация в насосах. Явление кавитации, условия и критерии возникновения в динамических насосах. Кавитационная характеристика центробежного насоса. Расчет всасывания по кавитационному запасу. Меры улучшения процесса всасывания.	-	2	28	30
6	Характеристики лопастных насосов. Применение центробежных насосов в нефтегазовой отрасли	Характеристики насоса для воды. Теоретический анализ характеристик. Влияние плотности и вязкости жидкости на характеристики насоса. Пересчет характеристик насосов с воды на вязкую жидкость. Безразмерная характеристика серии насосов. Формулы подобия, их применение для построения характеристики при изменении частоты вращения. Универсальная характеристика. Параметры оптимального режима серии насосов. Применение $\pi$ -теоремы для ее построения. Безразмерные комплексы. Принципы гидродинамического подобия в лопастных насосах.	-	2	27	29
<b>Итого</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>163</b>	<b>171</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

## 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
ОПК-2	знать основные типы насосного оборудования для осуществления их исследования	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь выделять наиболее значимые параметры и характеристики оборудования в ходе выполнения проектных и конструкторских работ	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть способностью использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ при разработке насосного оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-4	знать основные требования ГОСТов и нормативной документации по разработке научно-технической, проектной и служебной документации в нефтегазовом комплексе по насосному оборудованию	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований по насосному оборудованию в	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	соответствии с требованиями нормативной документации			
	владеть навыками работы с конструкторской документацией, связанной с насосным оборудованием нефтяной промышленности	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	знать основные достижения научно-технического прогресса в нефтегазовой отрасли по насосному оборудованию и возможности их использования	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применить достижения научно-технического прогресса на этапах проектирования и эксплуатации насосного оборудования	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками по анализу современных образцов насосного оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать научно-техническую информацию по насосному оборудованию в нефтегазовом комплексе; методики и средства решения технических задач по проектированию насосного оборудования	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить анализ и систематизацию научно-технической информации по насосному оборудованию, осуществлять выбор методик и средств решения задачи новых разработок насосного оборудования для нефтегазового комплекса	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками по систематизации и	Решение прикладных задач в конкретной предметной	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

	анализу информации о современных образцах насосного оборудования	области	предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
--	--	---------	--------------------------------------	--------------------------------------

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, 4 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	знать основные типы насосного оборудования для осуществления их исследования	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь выделять наиболее значимые параметры и характеристики оборудования в ходе выполнения проектных и конструкторских работ	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 способностью использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ при разработке насосного оборудования	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
ОПК-4	знать основные требования ГОСТов и нормативной документации по разработке научно-технической, проектной и служебной документации в нефтегазовом комплексе по насосному оборудованию	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и	Продемонстрирован верный ход решения	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве	Задачи не решены

	результатам выполненных исследований по насосному оборудованию в соответствии с требованиями нормативной документации		получены верные ответы	всех, но не получен верный ответ во всех задачах	задач	
	владеть навыками работы с конструкторской документацией, связанной с насосным оборудованием нефтяной промышленности	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-1	знать основные достижения научно-технического прогресса в нефтегазовой отрасли по насосному оборудованию и возможности их использования	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применить достижения научно-технического прогресса на этапах проектирования и эксплуатации насосного оборудования	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 навыками по анализу современных образцов насосного оборудования	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-5	знать научно-техническую информацию по насосному оборудованию в нефтегазовом комплексе; методики и средства решения технических задач по проектированию 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 проводить анализ и систематизацию	Решение стандартных практических	Задачи решены в полном	Продемонстрирован верный ход	Продемонстрирован верный ход решения в	Задачи не решены

научно-технической информации по насосному оборудованию, осуществлять выбор методик и средств решения задачи новых разработок насосного оборудования для нефтегазового комплекса	задач	объеме и получены верные ответы	решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	большинстве задач	
владеть навыками по систематизации и анализу информации о современных образцах насосного оборудования	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 ( типовые 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. Единица измерения динамической вязкости:

а) Па•с

б) м<sup>2</sup>/с

в) кг/м<sup>3</sup>

г) безразмерная величина

2. Какова связь между кинематической  $\nu$  и динамической  $\eta$  вязкостью:

а)  $\nu = \rho \cdot \eta$

б)  $\nu = \eta / \rho$

в)  $\nu = \rho / \eta$

г)  $\nu = 1 / \eta$

3. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости выглядит следующим образом:

а)  $z_1 + P_1 / \rho g + (V_1^2) / 2g = z_2 + P_2 / \rho g + (V_2^2) / 2g$

б)  $z_1 + P_1 / \rho g + (V_1^2) / 2g = z_2 + P_2 / \rho g + (V_2^2) / 2g + \Delta h$

в)  $z_1 + P_1 / \rho g + (\alpha_1 V_1^2) / 2g = z_2 + P_2 / \rho g + (\alpha_2 V_2^2) / 2g + \Delta h$

а)  $V_1 S_1 = V_2 S_2$

4. Гидравлические сопротивления, возникающие в результате деформации потока жидкости на отдельных его участках (краны, задвижки, повороты трубопроводов) называются:

а) Местные сопротивления

б) Сопротивления по длине

в) Удельные сопротивления

г) Динамические сопротивления

5. Процесс образования и последующего схлопывания пузырьков в потоке жидкости, сопровождающийся шумом и гидравлическими ударами,

образование в жидкости полостей называется

- а) Конденсация
- б) Эффект Коанда
- в) Кавитация
- г) Эффект Джоуля-Томсона

6. Давление, которое характеризует недостаток давления до атмосферного:

- а) Избыточное давление
- б) Давление насыщенных паров
- в) Абсолютное давление
- г) Вакуумметрическое давление

7. Каким прибором измеряется избыточное давление?

- а) Манометр
- б) Вакуумметр
- в) Расходомер
- г) Одометр

8. Количество жидкости, проходящей через живое сечение за единицу времени:

- а) Напор
- б) КПД
- в) Расход
- г) Скорость

9. В каких единицах измеряется подача центробежного насоса

- а) мм. рт. ст.
- б) м/с
- в) м
- г) м<sup>3</sup>/ч

10. Резкое повышение давления в трубе при быстром изменении скорости движения жидкости

- а) Поворот среды
- б) Эффект Коанда
- в) Гидравлический удар
- г) эффект Бурдона

**7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

1. Чему равен 1 бар?

- а) 100000 Па
- б) 98066,5 Па
- в) 101325 Па
- г) 9806,65 Па

2. Полезная мощность насоса вычисляется по формуле:

- а)  $(\rho \cdot g \cdot Q \cdot H) / \eta$
- б)  $\rho / (\rho \cdot g)$
- в)  $\rho \cdot g \cdot Q \cdot H$
- г)  $(\rho \cdot g \cdot Q \cdot H) / (M \cdot \omega)$

3. Определить число Рейнольдса, имея следующие исходные параметры:

$$d=100\text{мм}, v=5\text{ м/с}, \eta=1,002 \cdot 10^{-3}\text{ Па/с } \rho=998,1\text{ кг/м}^3$$

а)  $Re=12461$

б)  $Re=3268$

в)  $Re=498104$

г)  $Re=498053892$

4. Определить коэффициент быстроходности центробежного насоса со следующими параметрами  $Q=0,5\text{м}^3/\text{с}$ ,  $H=20\text{м}$ ,  $n=3000\text{ об/мин}$

а) 153

б) 53

в) 236

г) 102

5. Определить мощность насоса со следующими параметрами  $\rho=1000\text{кг/м}^3$ ,  $Q=1\text{м}^3/\text{с}$ ,  $H=20\text{м}$

а) 196200 Вт

б) 490,5 Вт

в) 981 Вт

г) 392400 Вт

6. Какого КПД не существует?

а) гидравлический

б) объемный

в) механический

г) гидродинамический

7. Что такое характеристика насоса?

а) Линия зависимости КПД от подачи

б) Линия зависимости напора от подачи

в) Линия зависимости подачи от напора

г) Линия зависимости мощности от напора

8. Какой насос не относится к объемному типу насоса

а) Поршневой

б) Роторный

в) Плунжерный

г) Центробежный

9. Что такое КПД электродвигателя?

а) Отношение полной мощности подводимой к двигателю к мощности на валу электродвигателя

б) Мощность потребляемая двигателем

в) Количество жидкости, перекачиваемое в единицу времени

г) Отношение полезной мощности к потребляемой мощности электродвигателем.

10. Неустойчивый режим работы насоса, характеризуемый резкими изменениями напора и расхода перекачиваемой среды - это

а) Помпаж

б) Кавитация

в) Эффект Коанда

г) Эффект Фуко

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Для чего нужны разгрузочные отверстия?

а) Для уравнивания сил давления

б) Уменьшения гидравлических потерь

в) Для увеличения подачи

г) Для уменьшения веса рабочего колеса

2. Тихоходное рабочее колесо характеризуется коэффициентом быстроходности:

а)  $n_s=350-500$

б)  $n_s=200-350$

в)  $n_s=100-200$

г)  $n_s=50-100$

3. Формула для нахождения коэффициента быстроходности:

а)  $n_s=3,65 (n\sqrt{Q})/H^{(3/4)}$

б)  $n_s=3,65 (Q\sqrt{n})/H^{(3/4)}$

в)  $n_s=3,65 (n\sqrt{H})/Q^{(3/4)}$

г)  $n_s=3,65 (Q\sqrt{n})/[(gH)]^{(3/4)}$

4. Отношение объема подаваемой жидкости среды ко времени называется:

а) Массовая подача

б) Объемная подача

в) Напор насоса

г) Полезная удельная работа насоса

5. Часть проточной полости машины, принимающую перемещаемую среду из рабочего колеса называют:

а) Подвод

б) Проточная часть

в) Шнек

г) Отвод

6. Потери, возникающие в результате гидравлического трения и вихреобразования во всей части проточной машины – это

а) Объемные потери

б) Механические потери

в) Полные потери

г) Гидравлические потери

7. Марка насоса ЦНС105-98 означает – центробежный насос секционный с напором:

а) 105 мм ртутного столба

б) 105 м водного столба

в) 98 мм ртутного столба

г) 98 м водного столба

8. Какого способа регулирования подачи насоса не существует:

- а) Изменение частоты вращения двигателя
- б) Дросселирование
- в) Перепуск
- г) Изменение числа лопаток

9. Потери, обусловленные перетеканием жидкости через зазоры между рабочим колесом и корпусом машины из зоны повышенного давления в полость всасывания – это

- а) Гидравлические потери
- б) Объемные потери
- в) Гидродинамические потери
- г) Механические потери

10. Какой насос относится к динамическим

- а) Поршневой
- б) Роторный
- в) Плунжерный
- г) Осевой

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

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

1. Общая классификация проточных машин: машины-двигатели и машины-орудия.
2. Основные технические показатели насосов.
3. Коэффициент быстроходности как классификатор типов лопастных насосов.
4. Баланс работ в проточной машине.
5. Работа изменения давления как главная часть этого баланса.
6. Физическая сущность основных понятий механики (механики жидкости):
7. Системы отсчета и сущность сил инерции.
8. Поле кинетической энергии.
9. Силы инерции.
10. Физическая сущность силы.
11. Инертность движения.
12. Закон сохранения энергии.
13. Закон сохранения количества движения.
14. Принцип возможных (виртуальных) перемещений.
15. Принцип Даламбера.
16. Закон инерции.
17. Физическая сущность уравнения Бернулли.
18. Гидродинамический парадокс - “аномальное” вращение цилиндра на границе струи.
19. Физические свойства смерча.
20. Эффект Магнуса.
21. Эффект Коанда.

22. Планы скоростей и их изменение с расходом жидкости.
23. Уравнение Эйлера.
24. Межлопастные вихри.
25. Режимы работы насоса.
26. Потери мощности в насосе.
27. Области применения различных насосов.
28. Работа насосов в гидравлической системе.
29. Выбор типа и марки насосов.
30. Методы изменения характеристики насоса для его приспособления к условиям перекачивания.
31. Явление кавитации, условия и критерии возникновения в динамических насосах.
32. Применение центробежных насосов в нефтегазовой отрасли.
33. Характеристики насоса для воды.
34. Теоретический анализ характеристик динамического насоса.
35. Влияние плотности и вязкости жидкости на характеристики насоса.
36. Пересчет характеристик насосов с воды на вязкую жидкость.

#### **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	Общие сведения о гидравлических машинах	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Гидромеханика центробежного насоса и центробежно-вихревого насоса	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Основные законы и принципы теории механики жидкости:	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных

			работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Взаимодействие вращающихся тел с движущейся средой.	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Особенности проектирования и конструирования центробежного и центробежно-вихревого насоса	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
6	Характеристики лопастных насосов. Применение центробежных насосов в нефтегазовой отрасли	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, 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.

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

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

1. Б.В. Ухин., Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод: Учебное пособие / - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 320 с. (ЭБС Znanium.com)

2. Перевощиков С.И., Конструкция центробежных насосов (общие сведения). ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый

университет) 2013. 228 с. «Лань» [Электронный ресурс]

3. Двинин А.А., Безус А.А., Типовые центробежные насосы в нефтяной промышленности. ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет) 2010. 232 с. «Лань» [Электронный ресурс]

4. Тюняев, А.В., Основы конструирования деталей машин. Литые детали [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 182 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=30429](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=30429)

5. Галиакбаров В.Ф., Ковшов В.Д., Галиакбарова Э.В., Нагаева З.М. Построение интеллектуальной системы обнаружения несанкционированных скачков давления в магистральных трубопроводах для поддержания промышленной и пожарной безопасности / Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2015. № 2 (100). С. 188-195. <https://elibrary.ru/item.asp?id=24038425>

6. Солодовников А.В., Ахматвалиева Е.Р. Повышение безопасности насосной станции на основе моделирования образования и рассеивания пожаровзрывоопасных смесей / Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2013. № 2. С. 395-406. <https://elibrary.ru/item.asp?id=20892890>

**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:**

1. Электронная информационно-образовательная среда университета <http://eios.vorstu.ru>

2. Консультирование посредством электронной почты

3. Использование презентаций при проведении лекционных занятий

4. Приобретение знаний в процессе общения со специалистами в области управления проектами на профильных специализированных сайтах (форумах)

5. Программное обеспечение: Microsoft Windows 7; Microsoft Office 2007 (или более поздняя версия); Microsoft PowerPoint, Adobe Reader,

6. Рекомендуемая литература в виде электронных ресурсов представлена на сайте ВГТУ (электронный каталог научно-технической библиотеки):

[http://catalog.vorstu.ru/MarcWeb/Work.asp?ValueDB=41&DisplayDB=vgtu\\_lib](http://catalog.vorstu.ru/MarcWeb/Work.asp?ValueDB=41&DisplayDB=vgtu_lib)

7. Электронно-библиотечная система «Лань» (доступ с компьютеров ВУЗа) <http://e.lanbook.com>

8. Информационно-аналитическая система SCINCE INDEX <http://elibrary.ru/>

9. Сайт Министерства энергетики РФ, разделы «Нефть», «Газ» (<http://minenergo.gov.ru>);

10. Международный научно-образовательный сайт EqWorld (<http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>);

11. Официальные сайты предприятий нефтегазового комплекса (например, [www.gazprom.ru](http://www.gazprom.ru), [www.tnk-bp.ru](http://www.tnk-bp.ru)/).

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

Для проведения ряда лекционных и практических занятий по дисциплине необходимы аудитории, оснащенные презентационным оборудованием (компьютер или ноутбук с ОС Windows и программой PowerPoint или Adobe Reader, мультимедийный проектор и экран).

Проектно-конструкторский центр по договору между ОАО Турбонасос и ФГБОУ ВПО ВГТУ №132/316-13 от 29 ноября 2013 года на создание и обеспечение деятельности базовой кафедры нефтегазового оборудования и транспортировки (базовой кафедры) созданной при базовой организации (компьютеры – 15 шт, МФУ А0))

Для самостоятельной работы имеются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

По дисциплине «Особенности проектирования современного насосного оборудования» читаются лекции, проводятся практические занятия.

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.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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.

<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <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>
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>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, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>