

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 25 » февраля 20\_\_ г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Исследование и оптимизация рабочих процессов нефтегазовых машин  
\_\_\_\_\_  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
\_\_\_\_\_  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
\_\_\_\_\_  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
\_\_\_\_\_  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.02 Технологические машины и оборудование  
\_\_\_\_\_  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов  
\_\_\_\_\_  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины - формирование комплекса знаний, умений и навыков в области исследования и оптимизации рабочих процессов нефтегазовых машин.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет следующие компетенции:

- способность на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности, владением навыками самостоятельной работы в сфере проведения научных исследований (ОПК-2);

- способность оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов, принимать участие в создании системы менеджмента качества предприятия (ОПК-4).

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- методологии проведения испытаний машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов  
- основы планирования лабораторных и промышленных испытаний машин и механизмов, методы математической обработки экспериментальных и статистических данных;  
- методы оптимизации рабочих процессов нефтегазовых машин и оборудования.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.7	ИД-1ПК-1.7	Знать устройство и принцип действия нефтегазовых машин, поршневых и центробежных насосов, компрессоров, основы теории работы турбомашин на сеть, способы регулирования параметров рабочих процессов поршневых насосов.	Знает состояние и перспективы технического развития отрасли; нормативно-техническую документацию и технологические регламенты в профессиональной сфере;	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.7	ИД-2ПК-1.7	Уметь разрабатывать методику лабораторных и промышленных испытаний машин и механизмов, организовывать и проводить исследование по оптимизацию рабочих процессов нефтегазовых машин, выполнять эксплуатационные расчеты режимов работы поршневых и центробеж-ных машин.	Умеет анализировать и при необходимости перерабатывать нормативно-техническую документацию по оборудованию отрасли;	Дифференцированный зачет
ПК-1.7	ИД-3ПК-1.7	Владеет навыками исследования рабочих процессов поршневых и центробежных насосов, обработки результатов испытаний нефтегазовых машин, навыками оптимизация режимов работы нефтегазовых машин.	Владеет навыками применения новых современных методов разработки технологических процессов, машин и оборудования в сфере профессиональной деятельности с определением рациональных технологических режимов работы оборудования	Дифференцированный зачет

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	44	44	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	6	6	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	64	64	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
4-й семестр				
Модуль 1. Расчет параметров центробежного насоса Раздел 1. Устройство, принцип действия и характеристики центробежных насосов	2	0	6	16
Тема 1. Устройство, общий принцип действия электроцентробежных насосов. Рабочее колесо, отводы, направляющие аппараты. Принцип действия насоса. Причина возникновения и способы уравновешивания осевого усилия. Тема 2. Характеристика центробежных насосов. Уравнение Эйлера. Характеристика насоса. Влияние плотности и вязкости жидкости на характеристики насосов. Безразмерная характеристика.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 2. Методика расчета рабочего колеса и направляющего аппарата центробежного насоса.	2	0	10	24
Тема 3. Движение жидкости в рабочем колесе. Упрощение расчетной модели лопастных насосов. Теоретический напор. Коэффициент полезного действия насоса. Тема 4. Определение основных геометрических параметров рабочего колеса. Профилирование лопасти рабочего колеса. Расчет направляющего аппарата насоса и профилирование его лопатки.				
Модуль 2. Исследование и оптимизация рабочих процессов нефтегазовых машин Раздел 3. Методика и оборудование для испытания центробежных насосов	1	0	6	12
Тема 5. Оборудование для испытания центробежных насосов Стенд для испытания насосов. Технические характеристики испытательного стенда. Гидравлической схемы стенда. Измерительный комплекс стенда. Порядок работы на стенде. Тема 6. Методика для испытания центробежных насосов. Измерения давления на входе и выходе насосов, определение напора. Способы измерения расхода жидкости. Определение мощности на валу насоса. Расчет гидравлического коэффициента полезного действия.				
Раздел 4. Оптимизация рабочих процессов нефтегазовых машин	1	0	12	12
Тема 7. Методы оптимизации рабочих режимов центробежных насосов. Влияние параметров внешней сети на работу насоса. Напорная характеристика и КПД центробежного насоса при изменении частоты вращения рабочих колес. Тема 8. Оптимизация рабочих процессов нефтегазовых машин объемного типа. Влияние изменения параметров привода на производительность насосных установок. Регулирование производительности машин объемного типа изменением вредного пространства.				
ИТОГО по 4-му семестру	6	0	34	64
ИТОГО по дисциплине	6	0	34	64

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Устройство, общий принцип действия электроцентробежных насосов. Рабочее колесо, отводы, направляющие аппараты. Принцип действия насоса.
2	Пересчет характеристик насосов при изменении плотности и вязкости жидкости.
3	Расчет теоретической напорной характеристики центробежного насоса и коэффициента полезного действия насоса.
4	Определение основных геометрических параметров рабочего колеса.
5	Средства измерений параметров насоса при проведении исследований на стенде.
6	Методика для испытания центробежных насосов.
7	Расчет напорной характеристики и КПД центробежного насоса при изменении частоты вращения рабочих колес.
8	Расчет производительность штанговых насосных установок при изменении параметров привода.

### 5. Организационно-педагогические условия

#### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

#### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Крапивина Т. Н. Техника, технология и технические средства, применяемые при реконструкции скважин строительством боковых (дополнительных) стволов : учебное пособие / Т. Н. Крапивина, Н. И. Крысин, С. Е. Чернышов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	6
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks , Inventor : учебное пособие для вузов/ В.П. Большаков, А.Л. Бочков .- Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2013 .- 300 с.	28
2	Техника и технология одновременной раздельной эксплуатации много-пластовых нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие / Т.Н. Крапивина [и др.]; Пермский национальный исследовательский политехнический университет .-Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013 .-94 с.	5
3	Техника, технология и технические средства, применяемые при реконструкции скважин строительством боковых (дополнительных) стволов : учебное пособие/ Т.Н. Крапивина, Н.И. Крысин, С.Е. Чернышов ; Пермский национальный исследовательский политехнический университет .-Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012 .-315 с. , 19,75 усл. печ. л.	6
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Нефтяное хозяйство / Москва : ЗАО «Издательство «Нефтяное хозяйство», 1920 - . -В вузах: ПНИПУ 2006-2013. - Издается с 1920 г. - ежемес.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Динамическое моделирование и испытания технических систем / И.Д. Кочубиевский [и др.]; Под ред. И.Д. Кочубиевского .-Москва: Энергия, 1978 .-303 с.	2
2	Расчет и конструирование коррозионностойкого нефтегазового и нефте-газопромыслового оборудования: учебное пособие/ И.Г. Абдуллин, М.А. Худяков; Уфимский нефтяной институт .-Уфа: Изд-во УНИ, 1992 .-91 с.	3

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Техника и технология одновременной раздельной эксплуатации многопластовых нефтяных и газовых месторождений : учебное пособие / Т. Н. Крапивина [и др.]. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks17034">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks17034</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Эксплуатация и ремонт машин и оборудования нефтяных и газовых промыслов : учебник для вузов / И. Ю. Быков [и др.]. - Москва: ЦентрЛитНефтеГаз, 2012.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks157671">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPSTUbooks157671</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Большаков В. П. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor : учебное пособие для вузов / В. П. Большаков, А. Л. Бочков. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2013.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks167008">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks167008</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Крапивина Т. Н. Техника, технология и технические средства, применяемые при реконструкции скважин строительством боковых (дополнительных) стволов : учебное пособие / Т. Н. Крапивина, Н. И. Крысин, С. Е. Чернышов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks165417">http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks165417</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.



Вид ПО	Наименование ПО
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	SOLIDWORKS Education Edition ( дог.№ L271113-83М от 27.10.2013 каф.РКТЭС АКФ)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	КОМПАС-3D V10 ( лиц. К-08-1911)

#### **6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

#### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Лекционный класс, Ноутбук, Проектор	1
Практическое занятие	Детали, узлы и образцы различных насосов и	1
Практическое занятие	Компрессорная установка	1
Практическое занятие	Лаборатория стационарных установок и нефтепромысловых машин	1
Практическое занятие	Образцы различных гидроаппаратов	1
Практическое занятие	Стенд для испытания объёмного гидропривода	1
Практическое занятие	Установка для испытания центробежного насоса	1

#### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Исследование и оптимизация рабочих процессов нефтегазовых машин»

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.04.02. Технологические машины и оборудование
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов
<b>Форма обучения:</b>	Очная
<b>Курс:</b> 2	<b>Семестр:</b> 4
<b>Трудоёмкость:</b>	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 3Е
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.
<b>Форма промежуточной аттестации:</b>	
Зачет:	3 семестр

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	ТК	ПК	ПР	Диф. Зачет
<b>Усвоенные знания</b>				
3.1 знать устройство и принцип действия нефтегазовых машин: поршневых и центробежных насосов, компрессоров	+	+		
3.2 знать основы теории работы турбомашин на сеть	+	+		
3.3. знать способы регулирования параметров рабочих процессов поршневых насосов	+	+		
<b>Освоенные умения</b>				
У.1 уметь разрабатывать методику лабораторных и промышленных испытаний машин и механизмов			+	+
У.2 уметь организовывать и проводить исследование и оптимизацию рабочих процессов нефтегазовых машин			+	+
У.3. уметь выполнять эксплуатационные расчеты режимов работы поршневых и центробежных машин			+	+
<b>Приобретенные владения</b>				
В.1 владеть навыками исследования рабочих процессов поршневых и центробежных насосов			+	+
В.2 владеть навыками обработки результатов испытаний нефтегазовых машин			+	+
В.3 владеть навыками оптимизация режимов работы нефтегазовых машин			+	+

*ТК-текущий контроль в форме тестирования по темам (контроль знаний по теме);*

*ПК- промежуточный контроль в форме тестирования по модулю (контроль знаний по теме);*  
*ПР- выполнение практических работ с подготовкой отчёта (оценка умений и навыков).*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является дифференцированный зачет, проводимый с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений проводится в форме защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита практических работ**

Всего запланировано 8 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практических работ проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и промежуточного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде дифференцированного зачета по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.3.1. Типовые вопросы и задания для дифференцированного зачета по дисциплине**

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Конструкция центробежных насосов.
2. Изменится КПД системы «насос-трубопровод».
3. Режимы работы насоса: номинальный режим работы насоса, оптимальный режим работы насоса
4. Определение барьерной (затворной) жидкости двойных торцовых уплотнений.
5. Область применения двух опорных насосов.
6. Изменение потребляемой мощности ЦНС при увеличении оборотов эл. двигателя.
7. Дайте определение динамическим и объемным насосам, в соответствии со стандартом на термины и определения.
8. Приведите пример составления баланса мощности для центробежного насоса.
9. Какие геометрические и гидродинамические параметры указывают на расчетной схеме рабочего колеса лопастного насоса?

**Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:**

1. Анализ технических решений, используемых при разработке лопастных насосов для добычи нефти
2. Анализ вариантов преобразования второго уравнения Эйлера
3. Проведения расчетных и аналитических процедур оценки технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса центробежных насосов

## **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Проводить подбора насосных агрегатов.

2. Выполнять расчет производительности центробежного насоса:

- расчет напора насоса;
- расчет потребляемой мощности насоса;
- расчет объемного коэффициента полезного действия винтового насоса;
- расчет напора, расхода и полезной мощности центробежного насоса;
- расчет целесообразности перекачки воды центробежным насосом;
- расчет коэффициента подачи шестеренчатого (шестеренного) насоса;
- расчет полезной мощности центробежного насоса;
- расчет предельного повышения расхода насоса.

3. Выполнять прогнозирование остаточного ресурса и оценка влияния износа центробежного насоса на срок его службы.

*Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта дифференцированного зачета хранится на выпускающей кафедре.*

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на дифференцируемом зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время зачета.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и практического контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей

части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.