

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шамсутдинов Расим Адегамович

Должность: Директор ЛФ КНИТУ-КАИ

Дата подписания: 21.08.2024 09:31:20

Уникальный программный ключ:

d31c25eab586fbb0cc50e03a64d1ec00519a085e5a995ad1080665082c961114

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский национальный исследовательский**

**технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**

**Лениногорский филиал**

**Кафедра Машиностроения и информационных технологий**



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ЛФ КНИТУ-КАИ

Р.А. Шамсутдинов

2019г.

Регистрационный номер 0428.08/19-45

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

**Гидромашины и компрессоры**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.12**

Направление подготовки: **15.03.01 Машиностроение**


Квалификация: **бакалавр**

Направленность (профиль) программы: **Машины и оборудование нефтяных  
и газовых промыслов**

Виды профессиональной деятельности: **производственно-технологическая,  
проектно-конструкторская**

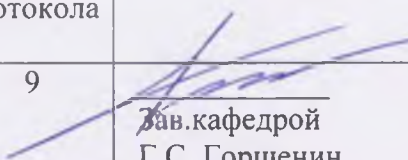
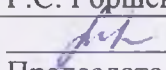
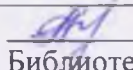
Лениногорск 2019 г.

Рабочая программа составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 г. № 957 и в соответствии с рабочим учебным планом направления 15.03.01, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «27» мая 2019 г., протокол № 5

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана к.ф.-м.н., доцентом кафедры МиИТ Варсеговой Е.В.   
(подпись преподавателя)

утверждена на заседании кафедры МиИТ протокол №9 от 30.05.2019г.

Заведующий кафедрой доцент, к.т.н. Горшенин Г.С. 

Рабочая программа дисциплины:	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	подпись
СОГЛАСОВАНА	на заседании кафедры МиИТ	30.05.2019	9	 Зав.кафедрой Г.С. Горшенин
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия ЛФ КНИТУ-КАИ	30.05.2019	9	 Председатель УМК З.И. Аскарова
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека			 Библиотекарь Страшнова А.Г.

## РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели изучения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является овладение знаниями и умениями в области гидромашин и компрессоров, навыками эксплуатации и испытаний гидромашин и компрессоров.

### 1.2. Задачи дисциплины (модуля)

Задачи изучения дисциплины:

- получение знаний о современных гидравлических и компрессорных машинах;
- приобретение навыков анализа устройства и принципов действия гидравлических и компрессорных машин,
- приобретение навыков производить расчёты регулируемых режимов работы оборудования.

### 1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина Б1 В.12 «Гидромашины и компрессоры» входит в состав вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули). Для успешного освоения дисциплины обучающийся должен знать фундаментальные разделы физики, химии, математики. Дисциплина закладывает знания, умения, навыки и формирует компетенции необходимые для анализа устройства и принципов действия гидравлических и компрессорных машин.

Логическая и содержательная связь дисциплин, участвующих в формировании представленных в п.1.5 компетенций:

**Компетенция:** ПК-13.

**Предшествующие дисциплины:** Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

**Дисциплины, изучаемые одновременно:** Техника и технологии добычи и подготовки нефти и газа; Основы буровых процессов.

**Последующие дисциплины:** Машины и оборудование нефтяного и газового промыслов; Эксплуатация насосных и компрессорных станций; Сооружение и ремонт насосных и компрессорных станций; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

### 1.4. Объем дисциплины (модуля) (с указанием трудоемкости всех видов работы)

Таблица 1а

#### Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестры	
	5			
	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
1	2	3	4	5
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)</i>	<i>36</i>	<i>1</i>	<i>36</i>	<i>1</i>
Лекции	18	0,5	18	0,5
Практические занятия	-	-	-	-
Лабораторные работы	18	0,5	18	0,5
<i>Самостоятельная работа студента</i>	<i>36</i>	<i>1</i>	<i>36</i>	<i>1</i>
Проработка учебного материала	36	1	36	1

Курсовой проект	-	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-	-
<b>Подготовка к промежуточной аттестации (зачёту/экзамену)</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>
Промежуточная аттестация	Экзамен			

Таблица 1б

### Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестры	
	5			
	в час	в ЗЕ	в час	в ЗЕ
1	2	3	4	5
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>	<b>108</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>3</b>
<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторные занятия)</i>	<i>10</i>	<i>0,28</i>	<i>10</i>	<i>0,28</i>
Лекции	4	0,11	4	0,11
Практические занятия	6	0,17	6	0,17
Лабораторные работы	-	-	-	-
<b>Самостоятельная работа студента</b>	<b>89</b>	<b>2,47</b>	<b>89</b>	<b>2,47</b>
Проработка учебного материала	89	2,47	89	2,47
Курсовой проект				
Курсовая работа				
<b>Подготовка к промежуточной аттестации (зачёту/экзамену)</b>	<b>9</b>	<b>0,25</b>	<b>9</b>	<b>0,25</b>
Промежуточная аттестация	Экзамен			

## 1.5 Планируемые результаты обучения

Таблица 2

### Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<b>ПК-13- способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование</b>			
<b>Знание (ПК-133)</b> Знать: - основные технические требования к гидравлическим машинам; область применения, преимущества и недостатки наиболее распространенных видов гидромашин и компрессоров; основы выбора гидромашин для определенных технологических операций и основы монтажа; - принцип работы, технические характеристики, конструктивные особенности гидравлических машин и компрессоров.	Знать: - основные технические требования к гидравлическим машинам; область применения, основы выбора гидромашин для определенных технологических операций и основы монтажа; - принцип работы, технические характеристики, конструктивные особенности гидравлических машин и компрессоров.	Знать: - основные технические требования к гидравлическим машинам; область применения, преимущества и недостатки наиболее распространенных видов гидромашин и компрессоров; основы выбора и анализ гидромашин для определенных технологических операций и основы монтажа и обоснование; - принцип работы, технические характеристики, конструктивные особенности	Знать: - основные технические требования к гидравлическим машинам; область применения, преимущества и недостатки наиболее распространенных видов гидромашин и компрессоров; основы выбора и анализ гидромашин для определенных технологических операций и основы монтажа и обоснование; - принцип работы, технические характеристики,

конструктивные особенности гидравлических машин и компрессоров; методику стандартных испытаний.		гидравлических машин и компрессоров; методику стандартных испытаний.	конструктивные особенности гидравлических машин и компрессоров; методику стандартных испытаний с анализом причин возможных неполадок.
<b>Умение (ПК-13У)</b> Уметь: - анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели, характеристики, обобщать и систематизировать их; определять оптимальные варианты использования гидромашин по выходным характеристикам. - применять методы стандартных испытаний по определению технологических показателей гидромашин.	- Работать с техническими данными, показателями, характеристиками, обобщать их.	анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели, характеристики, обобщать и систематизировать их; определять оптимальные варианты использования гидромашин по выходным характеристикам.	анализировать необходимую информацию, технические данные, показатели, характеристики, обобщать и систематизировать их; определять и обосновывать оптимальные варианты использования гидромашин по выходным характеристикам.
<b>Владение (ПК-13В)</b> Владеть: - навыками привязки гидромашин для определенных технологических условий; методикой расчетов, связанных с регулированием и приспособлением машины к технологическим условиям; - навыками работы с характеристиками насосов.	- навыками привязки гидромашин; методикой основных расчетов.	- навыками выбора и привязки гидромашин для определенных технологических условий; методикой расчетов, связанных с регулированием и приспособлением машины к технологическим условиям;	- навыками анализа, выбора и привязки гидромашин для определенных технологических условий; методикой расчетов, связанных с регулированием и приспособлением машины к технологическим условиям;

## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

### 2.1. Структура дисциплины (модуля) и ее трудоемкость

Таблица 3а

#### Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)

№п /п	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	практич. работы	лабор. работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1 Общие сведения о гидромашинах и компрессорах	3	1			2	ПК-13	Текущий контроль
2	Тема 2 Динамические насосы	19	5	8		6	ПК-13	Текущий контроль
3	Тема 3 Регулирование и привязка гидравлических машин к технологическим условиям.	12	2	6		4	ПК-13	Текущий контроль
4	Тема 4 Возвратно-поступательные насосы (ВПН).	12	2	4		6	ПК-13	Текущий контроль
5	Тема 5. Роторные насосы	6	2			4	ПК-13	Текущий контроль
6	Тема 6. Гидродинамические передачи и гидропривод. механизмов.	6	2			4	ПК-13	Текущий контроль
7	Тема 7. Условия эксплуатации и испытания гидравлических машин	6	2			4	ПК-13	Текущий контроль
8	Тема 8. Компрессорные машины	8	2			6	ПК-13	Текущий контроль
	Экзамен	36					ПК-13	ФОС ПА
	ИТОГО:	108	18	18		36		

Таблица 3б

#### Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

№п /п	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	практич. работы	лабор. работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1 Общие сведения о гидромашинах и компрессорах	2,5	0,5			2	ПК-13	Текущий контроль
2	Тема 2 Динамические насосы	20	2	4		14	ПК-13	Текущий

								контроль
3	Тема 3 Регулирование и привязка гидравлических машин к технологическим условиям.	13	1	2		10	ПК-13	Текущий контроль
4	Тема 4 Возвратно-поступательные насосы (ВПН).	11,5	0,5			11	ПК-13	Текущий контроль
5	Тема 5. Роторные насосы	12				12	ПК-13	Текущий контроль
6	Тема 6. Гидродинамические передачи и гидропривод. механизмов.	14				14	ПК-13	Текущий контроль
7	Тема 7. Условия эксплуатации и испытания гидравлических машин	12				12	ПК-13	Текущий контроль
8	Тема 8. Компрессорные машины	14				14	ПК-13	Текущий контроль
	Экзамен	9					ПК-13	ФОС ПА
	ИТОГО:	108	4	6		89		

Таблица 4

### Матрица компетенций по разделам РП

Наименование раздела (тема)	Формируемые компетенции (составляющие компетенций)		
	ПК-13		
	ПК-13З	ПК-13У	ПК-13В
Тема 1 Общие сведения о гидромашинах и компрессорах	+		
Тема 2 Динамические насосы	+	+	+
Тема 3 Регулирование и привязка гидравлических машин к технологическим условиям.	+	+	+
Тема 4 Возвратно-поступательные насосы (ВПН).	+	+	+
Тема 5. Роторные насосы	+	+	+
Тема 6. Гидродинамические передачи и гидропривод. механизмов.	+	+	+
Тема 7. Условия эксплуатации и испытания гидравлических машин	+	+	+
Тема 8. Компрессорные машины	+	+	+

## 2.2. Содержание дисциплины (модуля)

### Тема 1 Общие сведения о гидромашинах и компрессорах

Роль гидравлических и компрессорных машин в современной технике. Применение в бурении скважин, при добыче и подготовке нефти и газа. Принцип действия, устройство, рабочие показатели и характеристики гидромашин и компрессоров нефтяных и газовых. Литература: [1]; [2].

### Тема 2 Динамические насосы

Устройство и принцип действия центробежного, осевого и вихревого насосов. Устройство рабочих колес и отводов. Уплотнения. Средства уравнивания осевых и радиальных усилий. Типичные конструкции насосов.

Гидромеханика центробежного насоса. Относительное течение жидкости в рабочем колесе. Межлопастные вихри.

Рабочие показатели и характеристики лопастных насосов. Зависимость удельной

работы лопастей и напора насоса от подачи. Комплексная и относительная характеристики. Оптимальный режим и рабочая часть характеристики. Влияние плотности и вязкости жидкости на характеристику насоса. Пересчет характеристики насоса с воды на вязкую жидкость.

Подобие в динамических насосах. Принципы кинематического и динамического подобия. Критерии подобия. Формулы подобия, их применение для пересчета характеристики насоса. Универсальные характеристики. Коэффициент быстроходности как классификатор типов лопастных насосов.

Явление кавитации, условия и критерии ее возникновения. Кавитационная характеристика. Расчет всасывания по допускаемому кавитационному запасу.

Литература: [1]; [2].

**Тема 3 Регулирование и привязка гидравлических машин к технологическим условиям**

Работа лопастных насосов на трубопроводную сеть. Установившийся режим работы насосов на трубопровод. Регулирование режима работы. Расчет регулируемого режима работы. Расчет регулируемого параметра (частоты вращения, диаметра рабочего колеса при обточке, числа ступеней). Совместная работа насосов.

Литература: [1]; [2].

**Тема 4 Возвратно-поступательные насосы (ВПН)**

Устройство и принцип действия. Классификация. Конструкция основных органов. Сведения о разновидностях поршневых и плунжерных насосов, применяемых при бурении и нефтедобыче. Подача возвратно-поступательного насоса. Средняя идеальная подача. Коэффициент подачи и влияющие на него факторы.

Неравномерность всасывания и подачи у насосов с кривошипно-шатунным механизмом. Пневмогидроаккумуляторы, их конструкции. Определение объема газа в пневмогидроаккумуляторе и давления его заполнения.

Работа, мощность и к.п.д. возвратно-поступательного насоса. Индикаторная диаграмма как средство диагностики и исследования насоса. Среднее индикаторное давление и индикаторная мощность. Баланс мощности, потери в насосе и к.п.д. Рабочие показатели и характеристики ВПН.

Литература: [1]; [2].

**Тема 5 Роторные насосы**

Классификация и область применения. Устройство, принцип действия и подача шестеренных, винтовых, шиберных и роторно-поршневых насосов. Рабочие показатели и характеристики роторного насоса.

Литература: [1]; [2].

**Тема 5 Роторные насосы**

Классификация и область применения. Устройство, принцип действия и подача шестеренных, винтовых, шиберных и роторно-поршневых насосов. Рабочие показатели и характеристики роторного насоса.

Литература: [1]; [2].

**Тема 6 Гидродинамические передачи и гидропривод**

Назначение, принцип действия, преимущества и недостатки, область применения гидродинамических передач и гидроприводов. Устройство гидромурфт, гидротрансформаторов и универсальных гидропередач. Составные части объемного гидропривода. Объемные гидродвигатели, виды.

Литература: [1]; [2].

**Тема 7 Условия эксплуатации и испытания гидравлических машин**

Испытание динамических и объемных насосов, гидравлических двигателей и передач.

Литература: [1]; [2].

**Тема 8 Компрессорные машины**



Турбокомпрессоры и вентиляторы. Виды компрессоров и области их применения. Основные технические показатели и области применения. Расчет основных параметров турбокомпрессоров. Устройство центробежного компрессора. Рабочие колеса и отводы. Уплотнения и опоры. Центробежные нагнетатели природного газа, особенности их конструкции. Явление помпажа.

Поршневые и роторные компрессоры. Классификация. Типы и характерные схемы. Конструктивные элементы и системы. Производительность и мощность одноступенчатого поршневого компрессора. Расчет основных параметров поршневых компрессоров. Рабочий процесс в цилиндре компрессора. Процессы сжатия газа в компрессорах. Ступенчатое сжатие в поршневом компрессоре.

Роторные компрессоры. Классификация. Устройство и принцип действия одновальных (пластинчатых и водокольцевых) и двухвальных компрессоров. Рабочий процесс, производительность и мощность.

Литература: [1]; [2].

### Содержание практических занятий

Таблица 5а

#### Тематика практических занятий для очной формы обучения

№ п/п	№ темы	Темы практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	2	Изучение конструкций лопастных насосов	2
2.	2	Изучение элементов центробежных насосов	2
3.	2	Изучение конструкции подшипниковых узлов центробежных насосов	2
4.	2	Изучение конструкции уплотнительных и клапанных узлов центробежных насосов	2
5.	3	Регулирование режима работы насоса изменением частоты вращения	4
6.	3	Совместная работа нескольких насосов на сеть	2
7.	4	Изучение конструкций возвратно-поступательных насосов	4

Таблица 5б

#### Тематика практических занятий для студентов заочной формы обучения

№ п/п	№ темы	Темы практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	2	Изучение конструкций лопастных насосов	2
2.	2	Изучение элементов центробежных насосов	2
3.	3	Регулирование режима работы насоса изменением частоты вращения	2

### **2.3. Курсовой проект/курсовая работа**

Курсовой проект/курсовая работа по дисциплине в соответствии с учебным планом не предусмотрен.

### РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

#### 3.1. Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью РП дисциплины (модуля) и хранится на кафедре.

Таблица 6

Фонд оценочных средств текущего контроля

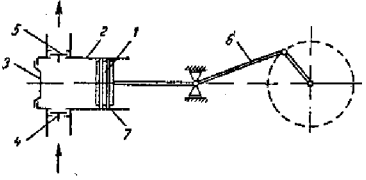
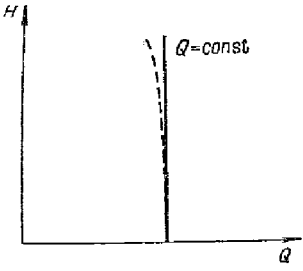
№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1.	Темы 1-4	ФОС ТК-1	Текущий контроль
2.	Темы 5-8	ФОС ТК-2	Текущий контроль

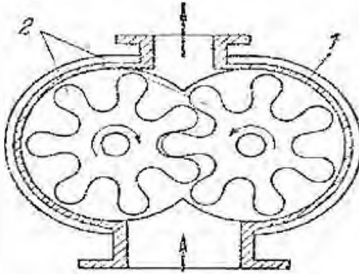
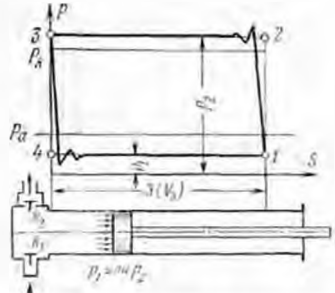
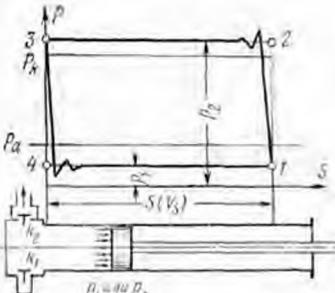
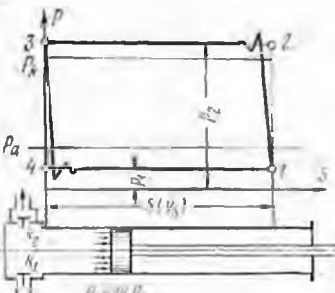
#### Пример тестовых заданий ТК-1 (темы 1-4)

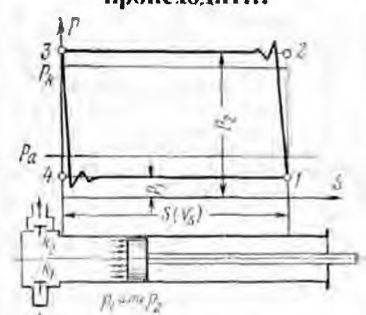
	Вопрос	Варианты ответов					№ правильного ответа
		1	2	3	4	5	
4.	Если два насоса соединяются последовательно, то:	напор и подача не изменяются	подача удваивается	напор и подача удваиваются	напор удваивается		
5.	Сужение входного сечения рабочего колеса является:	средством уменьшения осевого усилия	средством улучшения кавитационных свойств	причиной возникновения кавитации	Нет верного ответа		
6.	Выбор насоса выполняется:	по заданному условному проходу	по соответствию рабочих характеристик	по внешнему диаметру рабочего колеса	Нет верного ответа		
7.	Определение напора насоса базируется на:	геодезической высоте	давлении свободного потока	сопротивлении трубопровода	сумме величин 1-3		
8.	Осевой подвод жидкости применяют в:	многоступенчатых насосах секционного типа	многоступенчатых насосах спирального типа	консольных насосах	насосах с двусторонним подводом жидкости		
9.	Рабочие колеса с двусторонним подводом жидкости позволяют:	увеличить напор	увеличить подачу	увеличить скорость потока жидкости	увеличить и напор и подачу		

10.	<b>Потребляемая мощность насоса изменяется в зависимости от подачи:</b>	линейно	квадратично	кубически	Нет верного ответа		
11.	<b>Кольцевые уплотнения устанавливаются:</b>	в местах выхода вала из насоса	в сальниках	у входной кромки рабочего колеса	Нет верного ответа		
12.	<b>Гидропята применяется:</b>	для «разгрузки» сальника	для уменьшения скорости потока	для уравнивания осевого усилия	для уменьшения радиального биения		

### Пример тестовых заданий ТК-2 (темы 5-8)

	Вопрос	Варианты ответов					№ правильного ответа
		1	2	3	4	5	
13.	<p><b>На схеме горизонтального поршневого насоса простого действия цифрой 5 обозначен...</b></p> 	поршень	уплотнительные кольца	нагнетательный клапан	всасывающий клапан		
14.	<p><b>На рисунке изображена характеристика поршневого насоса. Пунктирная линия соответствует...</b></p> 	действительной характеристике	мнимой характеристике	теоретической характеристике	идеальной характеристике		

15.	<p>На рисунке изображен...</p> 	вихревой насос	винтовой насос	осевой насос	шестеренчатый насос		
16.	<p>Какие насосы широко используются в качестве дозирующих?</p>	Роторные насосы	Винтовые насосы	Поршневые насосы	Вихревые насосы	Шибровые насосы	
17.	<p>На индикаторной диаграмме поршневого насоса в точке 1 происходит...</p> 	автоматическое открытие всасывающего клапана	автоматическое открытие нагнетательного клапана	автоматическое закрытие нагнетательного клапана	автоматическое закрытие всасывающего клапана		
18.	<p>На индикаторной диаграмме поршневого насоса в точке 3 происходит...</p> 	автоматическое открытие всасывающего клапана	автоматическое открытие нагнетательного клапана	автоматическое закрытие нагнетательного клапана	автоматическое закрытие всасывающего клапана		
19.	<p>Давление всасывания на данной индикаторной диаграмме поршневого насоса обозначается как...</p> 	$p_1$	$p_2$	$p_a$	$p_k$		

20.	<p>На индикаторной диаграмме поршневого насоса в точке 2 происходит...</p> 	автоматическое открытие всасывающего клапана	автоматическое открытие нагнетательного клапана	автоматическое закрытие нагнетательного клапана	автоматическое закрытие всасывающего клапана		
-----	--	--	---	---	--	--	--

### 3.2. Оценочные средства для промежуточного контроля

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

Первый этап: письменный опрос. Второй этап: выполнение письменного задания.

**Первый этап: контрольные вопросы** (4 вопроса из пройденных разделов, рейтинг одного вопроса 5 баллов (полный, развернутый правильный ответ))

1. Насосы. Определение, назначение, область применения.
2. Особенности динамических насосов.
3. Особенности объемных насосов.
4. Основные технические показатели насосов.
5. Принцип действия центробежного лопастного насоса.
6. Принцип действия осевого лопастного насоса.
7. Принцип действия вихревого лопастного насоса.
8. Основные рабочие органы лопастных насосов.
9. Виды рабочих колес центробежных насосов.
10. Осевые усилия, действующие на ротор центробежного насоса.
11. Средства уравнивания осевых усилий в одноступенчатых центробежных насосах.
12. Средства уравнивания осевых усилий в многоступенчатых центробежных насосах.
13. Кольцевые уплотнительные устройства центробежных насосов.
14. Концевые уплотнительные устройства центробежных насосов.
15. Круговая решетка лопастного колеса. Виды лопаток и их параметры.
16. Переносная, относительная и абсолютная скорости движения потока в насосе.
17. Планы скоростей при движении жидкости в рабочем колесе.
18. Безударный режим работы насоса.
19. Основное уравнение лопастных насосов (уравнение Эйлера).
20. Потери в лопастных насосах и их определения.
21. Рабочая характеристика центробежных насосов. Рабочая зона. Оптимальный режим работы насоса.
22. Критерии подобия насосов. Кинематическое подобие, его выражение. Законы пропорциональности.
23. Коэффициент быстроходности, его роль и влияние на показатели насосов, их выбор.
24. Характеристика сети (трубопровода), ее разновидности.
25. Совместная работа центробежного насоса и трубопровода.
26. Способы регулирования режима совместной работы насоса и сети.

27. Кавитация-характер явления, причины возникновения, признаки. Меры по предупреждению и ликвидации.
28. Объемные насосы и их основные особенности.
29. Возвратно-поступательные насосы (ВПН). Их классификация.
30. Принцип действия ВПН одностороннего действия.
31. Принцип действия ВПН двустороннего действия.
32. Принцип действия ВПН Дифференциального действия.
33. Принцип действия диафрагменного насоса с активной диафрагмой.
34. Принцип действия диафрагменного насоса с пассивной диафрагмой.
35. Основные показатели возвратно-поступательных насосов (цикл, рабочая камера и ее объем, подача).
36. Закон движения поршня.
37. Графики подачи ВПН и степень неравномерности подачи.
38. График подачи насоса простого действия.
39. График подачи насоса двустороннего действия.
40. График подачи насоса с двумя цилиндрами простого действия.
41. График подачи насоса с тремя цилиндрами простого действия.
42. График подачи насоса с двумя цилиндрами двустороннего действия.
43. График подачи насоса с четырьмя цилиндрами простого действия.
44. Неравномерность давления поршневых насосов и компенсация.
45. Индикаторные диаграммы поршневого насоса. Построение индикаторных диаграмм.
46. Идеальная индикаторная диаграмма поршневого насоса.
47. Реальная индикаторная диаграмма поршневого насоса.
48. Роторные насосы, их классификация, особенности.
49. Принцип действия зубчатого насоса.
50. Принцип действия шибера насоса.
51. Принцип действия радиально-поршневых насосов.
52. Принцип действия аксиально-поршневых насосов.
53. Компрессоры и их классификация.
54. Основные показатели компрессоров.
55. Классификация компрессорных машин по значениям степени сжатия.
56. Процессы сжатия газа в компрессорах.
57. Изотермический процесс сжатия газа в компрессоре.
58. Адиабатический процесс сжатия газа в компрессоре
59. Политропический процесс сжатия газа в компрессоре
60. Рабочий цикл в поршневом компрессоре. Диаграммы цикла работы поршневого компрессора.
61. Диаграммы цикла работы идеального поршневого компрессора без учета «вредного» пространства.
62. Диаграммы цикла работы идеального поршневого компрессора с учетом «вредного» пространства.
63. Диаграммы цикла работы реального поршневого компрессора.
64. Подача поршневого компрессора, коэффициент подачи, составляющие.
65. Регулирование работы компрессоров.
66. Многоступенчатое сжатие газа в компрессорах.
67. Роторные компрессоры, классификация, основные виды.
68. Принцип действия и особенности пластинчатых, жидкостно-кольцевых и винтовых компрессоров.
69. Динамические компрессоры.
70. Объемный гидропривод, преимущества, недостатки, принцип действия.
71. Объемный гидродвигатель. Виды гидродвигателей.
72. Основные виды гидроцилиндров.

73. Принцип действия поворотного гидродвигателя.
74. Принцип действия радиально-поршневого гидромотора.  
Принцип действия аксиально-поршневого гидромотора.

**Второй этап: письменные ответы на вопросы** (2 вопроса по пройденным темам, рейтинг одного вопроса 15 баллов (полный, правильный развернутый ответ))

1. Принцип действия осевого лопастного насоса.
2. Принцип действия вихревого лопастного насоса.
3. Основные рабочие органы лопастных насосов.
4. Виды рабочих колес центробежных насосов.
5. Осевые усилия, действующие на ротор центробежного насоса.
6. Средства уравнивания осевых усилий в одноступенчатых центробежных насосах.
7. Средства уравнивания осевых усилий в многоступенчатых центробежных насосах.
8. Кольцевые уплотнительные устройства центробежных насосов.
9. Концевые уплотнительные устройства центробежных насосов.
10. Круговая решетка лопастного колеса. Виды лопаток и их параметры.
11. Переносная, относительная и абсолютная скорости движения потока в насосе.
12. Планы скоростей при движении жидкости в рабочем колесе.
13. Характеристика сети (трубопровода), ее разновидности.
14. Совместная работа центробежного насоса и трубопровода.
15. Способы регулирования режима совместной работы насоса и сети.
16. Кавитация-характер явления, причины возникновения, признаки. Меры по предупреждению и ликвидации.
17. Объемные насосы и их основные особенности.
18. Возвратно-поступательные насосы (ВПН). Их классификация.
19. Принцип действия ВПН одностороннего действия.
20. Принцип действия ВПН двустороннего действия.
21. Принцип действия ВПН Дифференциального действия.
22. Принцип действия диафрагменного насоса с активной диафрагмой.
23. Принцип действия диафрагменного насоса с пассивной диафрагмой.
24. Основные показатели возвратно-поступательных насосов (цикл, рабочая камера и ее объем, подача).
25. Закон движения поршня.
26. График подачи насоса с четырьмя цилиндрами простого действия.
27. Неравномерность давления поршневых насосов и компенсация.
28. Индикаторные диаграммы поршневого насоса. Построение индикаторных диаграмм.
29. Идеальная индикаторная диаграмма поршневого насоса.
30. Реальная индикаторная диаграмма поршневого насоса.
31. Роторные насосы, их классификация, особенности.
32. Принцип действия зубчатого насоса.
33. Принцип действия шибера насоса.
34. Принцип действия радиально-поршневых насосов.
35. Принцип действия аксиально-поршневых насосов.
36. Компрессоры и их классификация.
37. Основные показатели компрессоров.
38. Классификация компрессорных машин по значениям степени сжатия.
39. Процессы сжатия газа в компрессорах.
40. Изотермический процесс сжатия газа в компрессоре.
41. Адиабатический процесс сжатия газа в компрессоре
42. Политропический процесс сжатия газа в компрессоре



43. Рабочий цикл в поршневом компрессоре. Диаграммы цикла работы поршневого компрессора.
44. Диаграммы цикла работы идеального поршневого компрессора без учета «вредного» пространства.
45. Диаграммы цикла работы идеального поршневого компрессора с учетом «вредного» пространства.
46. Диаграммы цикла работы реального поршневого компрессора.
47. Подача поршневого компрессора, коэффициент подачи, составляющие
48. Регулирование работы компрессоров.
49. Многоступенчатое сжатие газа в компрессорах.
50. Роторные компрессоры, классификация, основные виды.
51. Принцип действия и особенности пластинчатых, жидкостно-кольцевых и винтовых компрессоров.
52. Динамические компрессоры
53. Объемный гидропривод, преимущества, недостатки, принцип действия.
54. Объемный гидродвигатель. Виды гидродвигателей.
55. Основные виды гидроцилиндров

### 3.3. Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

По итогам освоения дисциплины проводится экзамен в виде письменного задания, состоящего из двух этапов.

**Первый этап** проводится в виде письменного опроса. Письменный опрос целью оценить пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки превосходного и продвинутого уровня усвоения компетенций проводится **Второй этап** в виде письменного задания, в которое входит письменный ответ на контрольные вопросы

### 3.4. Критерии оценки промежуточной аттестации

Таблица 7

Система оценки промежуточной аттестации

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Зачтено
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Зачтено
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Зачтено
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Не зачтено

## РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 4.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 4.1.1. Основная литература:

1. Бабаян Э.В. Буровая гидравлика. [Электронный ресурс]: учебное пособие - М.: Инфра-Инженерия, 2018.- 156 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/108646/#1>
2. Марон В. И. Гидравлика двухфазных потоков в трубопроводах. [Электронный ресурс]: учебное пособие. - СПб: Лань, 2012. - 256 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/3189/#1>

#### **4.1.2. Дополнительная литература:**

1. Ухин Б.В. Гидравлические машины. Насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод. [Электронный ресурс]: учебное пособие. — М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2018. — 320 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/bookread2.php?book=937455>
2. Борисов Б.П. Объемные гидромашинны. [Электронный ресурс]: учебное пособие.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. - 240 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/103297/#1>

#### **4.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Хакимьянов М.Х. Управление электроприводами скважинных насосных установок. [Электронный ресурс]: монография. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2017. - 138 с. – Режим доступа: <https://znanium.com/bookread2.php?book=943521>
2. Дунай, Олег Васильевич. Гидравлика, гидравлические системы, гидравлические машины. [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / О. В. Дунай, В. М. Чефанов, 2011. – Режим доступа: [http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-1351/739\\_0001.pdf/index.html](http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-1351/739_0001.pdf/index.html)
3. Ильин, Алексей Павлович. Гидравлика. [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / А. П. Ильин, А. Р. Абзалов, 2013. – Режим доступа: [http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-1995/812711\\_0141.pdf/index.html](http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-1995/812711_0141.pdf/index.html)

#### **4.1.4. Методические рекомендации для студентов, в том числе по выполнению самостоятельной работы**

Успешное освоение материала студентами обеспечивается посещением лекций и практических занятий, разработкой конспекта по темам самостоятельной работы. Прочтение будущей лекции по электронному конспекту лекций, ознакомление с будущей темой практического занятия, т.е. работа на «опережение» будет способствовать концентрации внимания студента на главных аспектах текущей темы, более глубокому запоминанию теоретического материала.

#### **4.1.5. Методические рекомендации для преподавателей.**

Основная задача преподавателя заключается в том, чтобы раскрыть основные теоретические положения, связанные со знанием основных методологических и теоретических основ дисциплины, роли дисциплины в будущей профессиональной деятельности и общекультурном развитии. Преподавателям на практических занятиях следует обращать внимание на выработку умений и навыков, необходимых в профессиональной деятельности бакалавра.

Следует добиваться исправления студентом всех ошибок, допущенных студентом при выполнении индивидуальных заданий и расчётных работ. На допущенные ошибки необходимо указать студенту при личной встрече с преподавателем, разъяснить существо ошибки и вернуть задания для доработки и исправления ошибок. Только таким путем можно добиться полного понимания методов решения практических задач, соответствующих формируемым компетенциям.

Успешное освоение материала обеспечивается тесной связью теоретического материала, преподаваемого на лекциях и практических занятиях.

#### **4.2. Информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

##### **4.2.1 Основное информационное обеспечение**

•e-library.kai.ru – Библиотека Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева

•[elibrary.ru](http://elibrary.ru) – Научная электронная библиотека

•e.lanbook.ru - ЭБС «Издательство «Лань»

•ibook.ru - Электронно-библиотечная система Айбукс

• <http://znanium.com> - Электронно-библиотечная система Znanium

• <https://biblio-online.ru/> - Электронная библиотека «Юрайт»

#### **4.2.2 Дополнительное справочное обеспечение**

Не требуется

#### **4.2.3 Перечень информационных технологий, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

•Microsoft® Windows Professional 7 Russian,

•Microsoft® Office Professional Plus 2010 Russian,

• антивирусная программа Kaspersky Endpoint Security 8,

• Техэксперт.

#### **4.3.1 Базовое образование**

Ведущий преподаватель дисциплины должен иметь базовое образование и/или ученую степень, соответствующие профилю преподаваемой дисциплины - в области гидравлики, механики жидкости и газа.

Преподаватель, ведущий практические занятия должен иметь базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины.

#### **4.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей**

Преподаватель должен обладать глубокими знаниями, достаточной квалификацией и опытом деятельности в области преподаваемого предмета, по которому ведется обучение.

Преподаватель должен участвовать в научно-исследовательской работе кафедры, участвовать в организуемых в рамках тематики направлений исследований кафедры семинарах и конференциях. Руководить научно-исследовательской работой студентов, систематически выступать на региональных и международных научных конференциях, публиковать научные работы.

#### **4.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей**

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); преподавательский опыт работы в области преподаваемой дисциплины и на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Преподаватель, ведущий практические занятия, должен организовывать внеаудиторную самостоятельную работу студентов, а также осуществлять текущий контроль знаний студентов.

Вести методическую работу на уровне написания учебных пособий и методических указаний; разрабатывать учебные пособия, методическое обеспечение практических занятий. Разрабатывать и ежегодно обновлять лекционный курс в соответствии с образовательной программой по учебной дисциплине на основе современного уровня развития науки и прогрессивных педагогических технологий. Создавать и модернизировать учебно-методический комплекс по дисциплине, в том числе:

- рабочую программу по дисциплине;

- методические пособия, разработки или указания по видам занятий: лекционному курсу, практическим занятиям и самостоятельной работе студентов под контролем преподавателя;

- комплекты вопросов, задач, примеров, тестов для ФОС,

В целях повышения научно-методического уровня систематически посещать лекции и практические занятия ведущих преподавателей кафедры. Осваивать и внедрять в свою деятельность современные педагогические и информационные технологии. Работать над повышением своей профессиональной квалификации (курсы повышения квалификации, стажировки, научно-практические конференции, совещания, семинары и т. д.).

Преподаватель, ведущий практические занятия, под руководством ведущего преподавателя должен принимать участие в разработке учебных пособий, методического обеспечения практических занятий и семинаров. В целях повышения научно-методического уровня должен систематически посещать лекции и практические занятия ведущих преподавателей кафедры.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующей области, либо в области педагогики.

#### 4.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации учебного процесса по дисциплине «Гидромашины и компрессоры» требуется следующее материально-техническое обеспечение:

Таблица 8

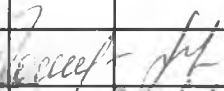
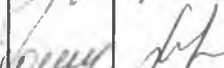
#### Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса	Перечень лабораторного оборудования, технических средств обучения	Количество единиц
1-8	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (Л. 304)	- мультимедийный проектор; - ноутбук; - настенный экран; - акустические колонки; - учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя, - учебно – наглядные пособия.	1 1 1 2 24:48 1 1
	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (К114)	учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия	12:24 1 1
	Компьютерная аудитория (Лаборатория проектирования и моделирования) (Л: 301)	- персональный компьютер (графические станции), включенные в локальную сеть с выходом в Internet; - ЖК монитор 22”; - мультимедиа-проектор; - проекционный экран; - локальная вычислительная сеть; - столы компьютерные; - столы учебные, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно-наглядные пособия.	15  15 1 1  15 8:28 1 1
	Помещение для самостоятельной работы студента (Л. 112)	- персональный компьютер; - ЖК монитор 19” ; - столы компьютерные; - учебные столы, стулья.	9 9 9 8:20



## 5. Вносимые изменения и утверждения

### 5.1. Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины (модуля)

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. кафедрой	«Согласовано» председатель УМК филиала
1	2	3	4	5	6
1.	Стр.2	01.07.2019	Первый абзац читать в следующей редакции «Рабочая программа составлена на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 г. № 957 и в соответствии с рабочим учебным планом направления 15.03.01, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «01» июля 2019 г., протокол №6.		
2.	1..4	01.07.2019	Таблицы 1а и 1б читать в редакции Приложения 1		
3.	2.1	01.07.2019	Таблицы 3а и 3б читать в редакции Приложения 2		
4.	4.2.1	04.09.2019	Исключить: ibook.ru - Электронно-библиотечная система, Айбукс		

## Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Семестр		Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час											
		Виды учебной работы											
		<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i>					<i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i>						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
5	3 ЗЕ/108	16	-	16	-	-	2	0,3	-	-	40	33,7	ЭКЗАМЕН
Итого	3 ЗЕ/108	16	-	16	-	-	2	0,3	-	-	40	33,7	ЭКЗАМЕН

Таблица 1.1, б

## Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Семестр		Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час											
		Виды учебной работы											
		<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i>					<i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i>						
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультации, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
8	3 ЗЕ/108	4	-	6	-	-	2	0,3	-	-	89	6,7	ЭКЗАМЕН
Итого	3 ЗЕ/108	4	-	6	-	-	2	0,3	-	-	89	6,7	ЭКЗАМЕН

**Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)**

№п/п	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	практич. работы	лабор. работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1 Общие сведения о гидромашинах и компрессорах	3	1			2	ПК-13	Текущий контроль
2	Тема 2 Динамические насосы	19	3	8		8	ПК-13	Текущий контроль
3	Тема 3 Регулирование и привязка гидравлических машин к технологическим условиям.	12	2	4		6	ПК-13	Текущий контроль
4	Тема 4 Возвратно-поступательные насосы (ВПН).	12	2	4		6	ПК-13	Текущий контроль
5	Тема 5. Роторные насосы	6	2			4	ПК-13	Текущий контроль
6	Тема 6. Гидродинамические передачи и гидропривод. механизмов.	6	2			4	ПК-13	Текущий контроль
7	Тема 7. Условия эксплуатации и испытания гидравлических машин	6	2			4	ПК-13	Текущий контроль
8	Тема 8. Компрессорные машины	8	2			6	ПК-13	Текущий контроль
	Подготовка к промежуточной аттестации	33,7				33,7	ПК-13	ФОС ПА
	Контактная работа на промежуточной аттестации (экзамен)	2,3					ПК-13	ФОС ПА
	<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>		<b>73,7</b>		

Таблица 36


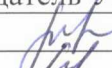


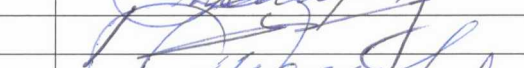





## Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

№п /п	Раздел дисциплины	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Коды компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
			лекции	практич. работы	лабор. работы	СРС		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Тема 1 Общие сведения о гидромашинах и компрессорах	2,5	0,5			2	ПК-13	Текущий контроль
2	Тема 2 Динамические насосы	20	2	4		14	ПК-13	Текущий контроль
3	Тема 3 Регулирование и привязка гидравлических машин к технологическим условиям.	13	1	2		10	ПК-13	Текущий контроль
4	Тема 4 Возвратно-поступательные насосы (ВПН).	11,5	0,5			11	ПК-13	Текущий контроль
5	Тема 5. Роторные насосы	12				12	ПК-13	Текущий контроль
6	Тема 6. Гидродинамические передачи и гидропривод. механизмов.	14				14	ПК-13	Текущий контроль
7	Тема 7. Условия эксплуатации и испытания гидравлических машин	12				12	ПК-13	Текущий контроль
8	Тема 8. Компрессорные машины	14				14	ПК-13	Текущий контроль
	Подготовка к промежуточной аттестации	6,7				6,7	ПК-13	ФОС ПА
	Контактная работа на промежуточной аттестации (экзамен)	2,3					ПК-13	ФОС ПА
	<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>6</b>		<b>95,7</b>		



## 5.2. Лист утверждения рабочей программы дисциплины (модуля) на учебный год

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано» Зав. кафедрой МиИТ	«Согласовано» председатель УМК филиала
2019/2020		
2020/2021		
2021/2022		
2022/2023		
2023/2024		
2024/2025	