

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/
(Ф.И.О. декана (директора института))

27.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б.1.2.6 Гидромашины и компрессоры нефтегазовых комплексов

(код и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки
(специальность)

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Квалификация выпускника

Бакалавр

(бакалавр/магистр/специалист)

Направленность

Оборудование нефтегазопереработки

Курс 4
Семестр 7

Распределение учебного времени

Трудоемкость по учебному плану	144 / 4	часов/зачетных единиц
Лекции	32	часов
Лабораторные работы	-	часов
Практические занятия	32	часов
Иная контактная работа	-	часов
Всего контактной работы (без учета экз.)	64	часов
Контактная работа по экзамену	-	часов
Курсовой проект (работа)	-	семестр
Самостоятельная работа обучающихся (без учета экз.)	80	часов
Самостоятельная работа по подготовке к экзамену	-	часов
Экзамен	-	семестр
Зачет	-	семестр
БРК, ДЗ	7	семестр

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Программу составили:

доцент с ученой степенью кандидата наук	ТТМ	СОГЛАСОВАНО	С.Л. Вдовин
(должность)	(кафедра)		(И.О. Фамилия)

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина
Кафедра транспортно-технологических машин

20.02.2023	протокол №	7	(наименование кафедры)
(дата)			
Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов	
		(И.О. Фамилия)	

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)
кафедрой(ами).
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

Заведующий кафедрой	СОГЛАСОВАНО	А.И. Павлов
		(И.О. Фамилия)

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит
выпускающая кафедра

СОГЛАСОВАНО	А.А. Медяков
	(И.О. Фамилия)

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский
машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 06.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения
1. УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Выполняет поиск необходимой для решения поставленной задачи информации, её критический анализ, обобщение и представление на основе знаний естественно-научных дисциплин и современных информационных технологий	знания: методов поиска и анализа технических решений и характеристик насосного, компрессорного оборудования и детандеров умения: анализировать процессы, происходящие в гидромашинах и компрессорах навыки: оценки применимости того или иного типа гидромашин и компрессоров для поставленных задач
2. ПК-1 Способность применять знания по технологии и оборудованию нефтегазопереработки	ПК-1.1 Применяет знания технологии нефтегазопереработки, физические, физико-химические и химические основы технологических процессов; основного и вспомогательного оборудования, контрольных приборов и автоматики, принципов их работы и правил технической эксплуатации; технологических схем переработки нефти и газа; инструкций и правил промышленной безопасности, по охране труда и пожаробезопасности; основных технологических процессов и режимов производства, видов применяемого оборудования и правил его эксплуатации	знания: процессов и режимов перекачивания и нагнетания жидких и газообразных сред, видов применяемого оборудования и правил его эксплуатации умения: проводить оценку состояния действующего насосного и компрессорного оборудования, анализа влияния этого состояния на технологические показатели навыки: оценивания состояния действующего насосного и компрессорного оборудования; анализа влияния этого состояния на технологические показатели

<p>3. ПК-2 Способен выполнять работы по проектированию технологического оборудования</p>	<p>ПК-2.2 Рассчитывает параметры простых узлов технологического оборудования в соответствии с типовыми методиками; конструирует отдельные детали узлов оборудования; разрабатывает эскизные проекты простых деталей и узлов технологического оборудования с использованием конструкторских систем автоматизированного проектирования (CAD-систем) в соответствии с Единой системой конструкторской документации; использует прикладные программы для</p>	<p>знания: конструкций насосов, компрессоров и детандеров для нефти и газа; зависимостей технических характеристик гидромашин и компрессоров от их конструктивных параметров и свойств нагнетаемой среды; методов разработки и расчета деталей и узлов насосного и компрессорного оборудования; требований к конструкторской документации гидромашин и компрессоров; прикладных программ для расчетов и трехмерного моделирования гидромашин и компрессоров</p> <p>умения: выбирать конструкции насосов, компрессоров и детандеров для заданных условий; подбирать насосное и компрессорное оборудование по техническим характеристикам; производить расчеты деталей и узлов гидромашин и компрессоров, в том числе с применением программных средств; разрабатывать конструкторскую документацию, в том числе с применением САПР</p> <p>навыки: проектирования деталей и узлов в CAD-системах; автоматизированного расчета характеристик деталей и узлов</p>
--	--	--

<p>4. ПК-3 Способен участвовать в повышении эффективности работы технологического оборудования</p>	<p>ПК-3.1 Повышает эффективность работы технологического оборудования объекта</p>	<p>знания: технических и эксплуатационных характеристик гидромашин и компрессоров; методов получения характеристик насосов, компрессоров и детандеров; характерных неисправностей, возникающих при эксплуатации гидромашин и компрессоров</p> <p>умения: определять режимно-технологические параметры работы гидромашин и компрессоров по показаниям контрольно-измерительных приборов; определять основные технические характеристики гидромашин и компрессоров по геометрическим размерам их рабочих органов; производить прямой и обратный пересчет технических характеристик и размеров рабочих органов гидромашин и компрессоров для изменившихся требований либо свойств нагнетаемых и перекачиваемых сред; определять и устранять характерные неисправности, возникающие при эксплуатации гидромашин и компрессоров</p> <p>навыки: сравнения характеристик нового и действующего насосного и компрессорного оборудования; расчета основных эксплуатационных характеристик гидромашин и компрессоров; проведения эксперимента по получению внешней характеристики гидромашин и компрессоров; оценки режимных параметров гидромашин и компрессоров по показаниям приборов</p>
--	---	---

Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Информационные технологии (УК-1), Начертательная геометрия и инженерная графика (УК-1), Основы гидравлических расчетов оборудования нефтегазопереработки (УК-1), Основы нефтегазового дела (УК-1), Транспорт и хранение продуктов нефтегазопереработки (УК-1), Основы нефтегазового дела (ПК-1), Транспорт и хранение продуктов нефтегазопереработки (ПК-1), Основы проектирования (ПК-2), Система автоматизированного проектирования оборудования нефтегазопереработки (ПК-2), Метрология, стандартизация и сертификация (ПК-2), Детали машин (ПК-2), Надежность технологического оборудования нефтегазопереработки (ПК-2), Основы гидравлических расчетов оборудования нефтегазопереработки (ПК-3)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Энергообеспечение предприятий нефтегазопереработки (УК-1), Техническая эксплуатация оборудования нефтегазопереработки (ПК-1), Технологическое оборудование в отрасли (ПК-1), Основы конструирования и расчета технологического оборудования (ПК-1), Ремонт и контроль технологического оборудования (ПК-1), Спецглавы по ремонту оборудования (ПК-1),

Конструкции и прочность машинного оборудования (ПК-2), Технологическое оборудование в отрасли (ПК-2), Основы конструирования и расчета технологического оборудования (ПК-2), Техническая эксплуатация оборудования нефтегазопереработки (ПК-3), Основы конструирования и расчета технологического оборудования (ПК-3); практиках: Преддипломная практика (УК-1), Преддипломная практика (ПК-1), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-1), Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика (ПК-2), Преддипломная практика (ПК-3); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (УК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (УК-1), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ПК-1), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ПК-2), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ПК-3), Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-3)

Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, практические занятия, процедуры самообучения

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция

Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7 семестр

Виды и темы занятий	Количество часов	Формируемые компетенции
Классификация, основные параметры и область применения гидромашин и компрессоров	6	УК-1
Лекция. Классификация и область применения гидромашин и компрессоров. Динамические и объемные гидромашин и компрессоры. Ведущие фирмы-производители насосов и компрессоров. Основные понятия и параметры насосов и компрессоров: производительность, напор, степень повышения давления	2	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Изучение литературы по тематике раздела	4	
Центробежные компрессоры и насосы	27	ПК-1, ПК-2, УК-1
Лекция. Классификация и принцип действия центробежных насосов и компрессоров. Схемы и основные элементы ступеней. Принцип работы. Кинематика потока в ступени центробежных насосов и компрессоров: основы одномерной теории лопастных машин, треугольники скоростей, кинематика потока в рабочем колесе и неподвижных элементах ступени центробежных насосов и компрессоров; уравнение Эйлера –	2	

основное уравнение теории турбомашин		ПК-1, ПК-2, ПК-3, УК-1
Лекция. Критерии подобия центробежных насосов и компрессоров, безразмерные коэффициенты: теоретический и внутренний напор, потери напора на протечки и дисковое трение, коэффициент теоретического напора, коэффициент расхода, коэффициент быстроходности, степень реактивности рабочего колеса, кинематические схемы и треугольники скоростей рабочих колес с различной степенью реактивности, коэффициент уменьшения теоретического напора. Энергетические характеристики центробежных насосов и компрессоров: теоретические характеристики центробежных насосов и компрессоров, анализ вида напорной характеристики и характеристики КПД, оценка зоны устойчивой работы и крутизны характеристики. Виды характеристик - размерные, безразмерные, приведенные. Вопросы подобия применительно к моделированию характеристик	3	
Лекция. Конструктивные соотношения рабочих колес центробежных насосов и компрессоров: параметры на входе в рабочее колесо – диаметр входа на лопатки, угол установки лопаток на входе, форма входной кромки лопаток; параметры на выходе из рабочего колеса – угол лопаток на выходе; относительная ширина рабочего колеса. Выбор оптимального числа лопаток рабочего колеса Основные узлы и детали центробежных насосов и компрессоров: корпуса, роторы, рабочие колеса; уплотнения - лабиринтные, с плавающими кольцами, сухие торцовые, контактные и комбинированные; опорные узлы; осевое усилие, действующее на ротор и способы его снижения Неподвижные элементы проточной части центробежных насосов и компрессоров: всасывающие камеры, безлопаточный диффузор, лопаточный диффузор, поворотное колено и обратный направляющий аппарат, выходные устройства, улитки и сборные камеры	3	
Практическое занятие. Изучение конструкций центробежных насосов и компрессоров. Изучение конструкций рабочих колес центробежных насосов и компрессоров. Снятие основных геометрических параметров рабочих колес и лопаток	3	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Изучение литературы по тематике раздела 2. Выполнение практического задания	16	
Конструкции, характеристики и регулирование центробежных компрессоров и насосов	32	ПК-1, ПК-2, ПК-3, УК-1
Лекция. Пересчет характеристик динамических насосов и турбокомпрессоров на новые условия: моделирование характеристик, условия подобия, необходимость пересчета характеристик; методика выполнения пересчета характеристик при изменении частоты вращения, диаметра колеса, перекачиваемой жидкости, состава сжимаемого газа, начальных давлений и температур Совместная работа нескольких насосов (компрессоров) на сеть: соединение элементов сети; рабочая точка; линия режимов. Совместная работа насосов и компрессоров, соединенных	3	

параллельно и последовательно, на общую сеть		
Практическое занятие. Пересчет характеристик центробежных насосов и компрессоров на приведенные и безразмерные. Согласование характеристик центробежных насосов (компрессоров) и сети	4	
Лекция. Регулирование работы насосов и компрессоров: регулирование производительности дросселированием на нагнетании и всасывании, регулирование поворотом лопаток входного регулирующего аппарата, регулирование изменением частоты вращения, регулирование перепуском газа на всасывание, регулирование изменением частоты вращения рабочего колеса; автоматическое регулирование Неустойчивость работы насосов и компрессоров: явление помпажа в системе; предельная высота всасывания насоса; явление кавитации и кавитационный запас	3	
Лекция. Критическое число оборотов ротора: виброустойчивость ротора; жесткие и гибкие роторы; балансировка рабочих колес, роторов Многоступенчатые центробежные насосы (ЦН) и компрессоры (ЦК): причины перехода к многоступенчатому исполнению; схемы многоступенчатых компрессоров и насосов; обоснование выбора числа секций, ступеней; типы проточных частей многоступенчатых ЦК и ЦН; способы охлаждения газа в ЦК	2	
Практическое занятие. Изучение конструкции и правил эксплуатации центробежного перекачивающего агрегата	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Изучение литературы по тематике раздела 2. Выполнение практического задания	16	
Осевые компрессоры и насосы	25	ПК-1, ПК-2, ПК-3, УК-1
Лекция. Конструкции и принцип действия осевых насосов и компрессоров: основные схемы ступеней осевых компрессоров, основные элементы ступеней; принцип работы; формы меридионального проектирования проточной части	2	
Лекция. Кинематика потока в рабочем колесе и неподвижных элементах ступени осевых компрессоров и насосов: треугольники скоростей; уравнение Эйлера применительно к осевым машинам	3	
Практическое занятие. Изучение общего устройства осевых компрессоров. Изучение конструкций рабочих колес и направляющих аппаратов осевых компрессоров. Снятие основных геометрических параметров лопаток рабочих колес и направляющих аппаратов	4	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Изучение литературы по тематике раздела 2. Выполнение практического задания	16	
Роторные компрессоры и насосы	32	ПК-1, УК-1
Лекция. Объемные ротационные гидромашины и компрессоры. Однороторные насосы и компрессоры. Ротационно-пластинчатые, ротационные с катящимся ротором, жидкостно-кольцевые вакуум-насосы, спиральные: конструктивные особенности, принцип действия, область применения,	3	

особенности рабочих процессов, основные конструктивные соотношения		
Практическое занятие. Изучение конструкций винтового, ротационно-пластинчатого, спирального компрессоров и насосов	2	
Лекция. Двухроторные насосы и компрессоры. Шестеренные насосы, нагнетатели Рутс, винтовые: конструктивные особенности, принцип действия, область применения, особенности рабочих процессов, основные конструктивные соотношения, особенности сухих и маслозаполненных компрессоров	2	
Практическое занятие. Изучение конструкций роторных компрессоров и насосов. Изучение конструкций шестеренных насосов, нагнетателя Рутс. Снятие расходно-напорной характеристики шестеренного насоса	3	
Практическое занятие. Изучение эксплуатации газоперекачивающего агрегата: последовательности пуска, нормального и аварийного останова. Изучение работы систем смазки и уплотнений на различных режимах	3	
Практическое занятие. Выбор насоса и компрессора для заданных условий: давления нагнетания, производительности, сопротивления трубопровода, свойств жидкости и газа	3	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Изучение литературы по тематике раздела 2. Выполнение практического задания	16	
Расширительные машины	22	ПК-1, УК-1
Лекция. Термодинамические процессы расширения газа в турбодетандерах и турбинах: работа расширения и ее изображение в термодинамических диаграммах	1	
Лекция. Осевые турбины: конструкции осевых турбин, схемы и типы проточных частей; кинематика потока в турбинных ступенях активного и реактивного типа. Радиальные турбины и детандеры: конструкции радиальных турбин и детандеров, кинематика потока в ступени центробежной турбины; расчет параметров радиального турбодетандера	3	
Практическое занятие. Изучение конструкции и правил эксплуатации турбодетандерного агрегата	3	
Практическое занятие. Расчет параметров радиального турбодетандера	3	
Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение 1. Изучение литературы по тематике раздела 2. Выполнение практического задания	12	
Иная контактная работа:	0	

Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Содержание предмета структурировано, изучение его осуществляется в тематической последовательности.

Занятия лекционного типа дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных

занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки, определения, схемы раскрывающие суть проблемы, явления или процесса. Подготовка к **практическим занятиям** включает ознакомление с заданием, работу с конспектом лекций по теме занятия, выполнение задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами по указанию преподавателя. Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Форма текущего контроля успеваемости, система оценивания результатов освоения дисциплины представлены в рабочей программе. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является **балльно-рейтинговый контроль**.

Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-методическое обеспечение

№№ п/п	Список используемой литературы	Количество экземпляров печатных изданий, имеющих в библиотеке, или электронный адрес издания (ресурса) в сети Интернет
УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ		
1.	Гидравлика, гидромашины и гидроприводы [Текст] : [учеб. для студентов вузов] / [Т. М. Башта и др.]. 5-е изд., стер. М.: Альянс, 2011. - 422, [1] с. ISBN 978-5-91872-007-3. Экземпляры: всего 45.	45
2.	Кривченко, Г.И. Гидравлические машины. Турбины и насосы [Текст] : Учебник для вузов / Г.И. Кривченко. 2-е изд., перер. и доп. Москва: Энергоатомиздат, 1983. - 320 с. Экземпляры: всего 9.	9
3.	Ухин, Борис Владимирович. Гидравлические машины [Текст] : насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод : [учеб. пособие для студентов по направлению 270100 "Стр-во"] / Б. В. Ухин. М.: ФорумИнфра-М, 2011. - 319 с. ISBN 978-5-8199-0436-7978-5-16-004359-3. Экземпляры: всего 6.	6
4.	Доманский, И. В. Насосы и компрессорные машины [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Доманский И. В., Некрасов В. А.; Доманский И. В. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 104 с. ISBN 978-5-507-47074-7.	https://e.lanbook.com/book/324374
5.	Минко, Всеволод Афанасьевич. Нагнетатели в системах теплогазоснабжения и вентиляции [Текст] : учеб. пособие для студентов по направлению 270100 "Стр-во" / В. А. Минко, Ю. И. Юров, Ю. Г. Овсянников. 4-е изд., перераб. и доп. Старый Оскол: ТНТ, 2009. - 583 с. ISBN 978-5-94178-186-7. Экземпляры: всего 20.	20
6.	Коршак, Алексей Анатольевич. Основы транспорта, хранения и переработки нефти и газа [Текст] : учебное пособие : [по направлению "Нефтегазовое дело"] / А. А.	5

	Коршак. Ростов-на-Дону: Феникс, 2015. - 365 с. ISBN 978-5-222-24733-4. Экземпляры: всего 5.	
7.	Коршак, Алексей Анатольевич. Нефтеперекачивающие станции [Текст] : учебное пособие : [по направлению "Нефтегазовое дело"] / А. А. Коршак. Ростов-на-Дону: Феникс, 2015. - 269 с. ISBN 978-5-222-23526-3. Экземпляры: всего 5.	5
8.	Коршак, А. А. Технологический расчет магистрального нефтепродуктопровода [Электронный ресурс] / Коршак А. А., Николаев А. К., Зарипова Н. А. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 92 с. ISBN 978-5-8114-9484-2.	https://e.lanbook.com/book/352094
9.	Тимирязев, Владимир Анатольевич. Технология изготовления изделий нефтегазового машиностроения [Текст] : учебное пособие по направлениям подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", "Автоматизация технологических процессов и производств (нефтегазовая отрасль)" / В. А. Тимирязев, А. Г. Схиртладзе, Г. А. Мелетьев ; под общей редакцией В. А. Тимирязева; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, ФГБОУ ВО "Московский государственный технологический университет "СТАНКИН", ФГБОУ ВО "Поволжский государственный технологический университет". Йошкар-Ола: ПГТУ, 2022. - 384, [1] с. ISBN 978-5-8158-2278-8. Экземпляры: всего 5.	5 / https://portal.volgatech.net/books/Timiryazev_Tekhnologiya_izgotovleniya_izdeliy_neftegazovogo_mashinostroyeniya_2022.pdf
10.	Лягова, А. А. Нефтегазовое оборудование головных сооружений и насосных станций [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Лягова А. А., Белоусов А. Е., Попов Г. Г.; Белоусов А. Е., Попов Г. Г. Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 112 с. ISBN 978-5-507-45025-1.	https://e.lanbook.com/book/276566
ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ		
1.	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru
2.	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	http://cyberleninka.ru
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ		
1.	Информационно-правовой портал Гарант	http://www.garant.ru
2.	Профессиональные справочные системы Техэксперт	http://www.cntd.ru

6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

№№ п/п	Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации	Перечень основного оборудования	Программное обеспечение
1.	146 (I)	Исследовательский комплекс "Гидравлический перегрузочный манипулятор" СГУ-ГПМ (1), Набор разрезных элементов по курсу "Гидравлика и гидропривод" НРМ-ГПП-015 (1), Насосная станция с	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для

		электроприводом 15 кВт, эл магнитное управл. (1), Пневмогидроаккумулятор APX 6,3/320 (1)	решения основных пользовательских задач
2.	147 (I)	Компьютер CPU D 820/2*512mb/80Gb+Монитор LCD BenQ 19" клав.мышь,ковр (1), Лабораторный комплекс "Промышленная автоматика и программируемый логический контроллер" (1), Учебный комплекс MPS 202 "Мехатроника.Базовый" (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr. Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач
3.	203 (II)	Доска аудиторная 1000*1500 (1), Мультимедийный проектор Hitachi CP-X400 (1), Проц.блок (+Монитор 19" LG) Aguarius Elt DF 1800 (1), Экран настенный Rollifix Premium 240*240см (1), Комплект учебной мебели (1)	Microsoft Windows Enterprise, Microsoft Office Standard, Агент Dr. Web, Комплект ГАРАНТ-Мастер, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач

Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

Уровень сформированности элементов компетенции	Критерии оценивания	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.	удовлетворительно
Продвинутый уровень	Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения	хорошо
Высокий уровень	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом	отлично

	обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ	
--	---	--

7.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины (модуля) и производится с применением технологии рейтингового контроля в соответствии с технологической картой дисциплины. Порядок составления технологической карты и алгоритм проведения процедуры оценивания видов деятельности обучающихся, направленных на освоение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности, по накопительной системе в баллах устанавливается положением о системе РИТМ в ФГБОУ ВО «ПГТУ»

7.2. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.

Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

Билет № 0

ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

по дисциплине "Гидромашины и компрессоры нефтегазовых комплексов"

направление 15.03.02 Технологические машины и оборудование

1. Теоретические характеристики центробежных насосов и компрессоров (зависимости теоретического напора и степени реактивности от расхода для рабочих колес с различными выходными углами лопаток рабочих колес).
2. Выбор компрессоров и насосов для заданных условий (давления, производительности, сопротивления трубопровода, свойств жидкости и газа)
3. Кинематические схемы радиальных расширительных турбомашин. Треугольники скоростей.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

1. Схемы ступеней центробежных насосов и компрессоров, их основные элементы, принцип работы.
2. Кинематика потока в рабочем колесе и неподвижных элементах ступени центробежных насосов и компрессоров, треугольники скоростей.
3. Уравнение Эйлера – основное уравнение теории турбомашин. Вывод уравнения Эйлера, основанный на теореме об изменении момента количества движения.
4. Критерии подобия центробежных насосов. Безразмерные коэффициенты: коэффициент теоретического напора, коэффициент расхода, коэффициент быстроходности, степень реактивности.
5. Критерии подобия центробежных компрессоров. Безразмерные коэффициенты: коэффициенты

потерь напора на протечки и дисковое трение, коэффициент теоретического напора, коэффициент расхода, степень реактивности.

6. Кинематические схемы и треугольники скоростей рабочих колес центробежных насосов и компрессоров с различной степенью реактивности.

7. Конструктивные соотношения рабочих колес центробежных насосов и компрессоров (диаметр входа на лопатки, угол установки лопаток на входе, форма входной кромки лопаток, угол лопаток на выходе, относительная ширина рабочего колеса, число лопаток рабочего колеса).

8. Методика построения формы средней линии лопаток рабочих колес.

9. Теоретические характеристики центробежных насосов и компрессоров (зависимости теоретического напора и степени реактивности от расхода для рабочих колес с различными выходными углами лопаток рабочих колес).

10. Энергетические характеристики центробежных насосов и компрессоров – размерные, безразмерные, приведенные.

11. Анализ вида напорной характеристики и характеристики КПД центробежных насосов и компрессоров.

12. Пересчет характеристик турбонасосов и компрессоров на новые условия. Условия подобия. Пересчет на новое число оборотов.

13. Пересчет характеристик турбонасосов и компрессоров на новые условия. Условия подобия. Пересчет на другой диаметр рабочего колеса.

14. Пересчет характеристик насосов на другую жидкость.

15. Пересчет характеристик турбокомпрессоров на другой газ.

16. Совместная работа насосов и компрессоров на сеть. Соединение элементов сети. Рабочая точка. Линия режимов.

17. Совместная работа насосов и компрессоров, соединенных параллельно на общую сеть.

18. Совместная работа насосов и компрессоров, соединенных последовательно на общую сеть.

19. Регулирование работы насосов и компрессоров: регулирование дросселированием на нагнетании и всасывании, регулирование поворотом лопаток входного регулирующего аппарата, регулирование изменением частоты вращения, регулирование перепуском на всасывание.

20. Неустойчивость работы насосов и компрессоров. Явление помпажа в системе.

21. Предельная высота всасывания насоса. Явление кавитации, кавитационный запас.

22. Основные узлы и детали центробежных насосов и компрессоров: корпуса, роторы, рабочие колеса, всасывающие камеры, диффузоры, выходные устройства. Опорные узлы.

23. Уплотнения – лабиринтные, с плавающими кольцами, сухие торцовые; контактные и комбинированные.

24. Осевое усилие, действующее на ротор, способы его снижения.

26. Критическое число оборотов ротора. Виброустойчивость ротора. Жесткие и гибкие роторы. Балансировка рабочих колес, роторов.

27. Осевые насосы и компрессоры. Основные схемы ступеней. Основные элементы ступеней. Принцип работы. Формы меридионального проектирования проточной части.

28. Кинематика потока в рабочем колесе и неподвижных элементах ступени осевых насосов и

компрессоров. Уравнение Эйлера применительно к осевым машинам.

29. Принцип действия детандеров. Теоретический рабочий цикл, индикаторная диаграмма идеального детандера.

30. Индикаторная диаграмма действительного детандера.

31. Кинематические схемы осевых турбин. Треугольники скоростей.

32. Кинематические схемы радиальных расширительных турбомашин. Треугольники скоростей.

33. Роторные насосы и компрессоры. Принцип действия, конструкции и области применения ротационно-пластинчатых, шестеренчатых, жидкостно-кольцевых, спиральных насосов и компрессоров.

34. Роторные насосы и компрессоры. Принцип действия, конструкции и области применения винтовых насосов и компрессоров.

35. Выбор компрессоров и насосов для заданных условий (давления, производительности, сопротивления трубопровода, свойств жидкости и газа)