

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 25 » мая 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Насосы, компрессоры и холодильные установки
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование
(код и наименование направления)

Направленность: Оборудование нефтегазопереработки (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

приобретение знаний по теоретическим основам, устройству и принципу действия насосов, компрессоров и холодильных установок, умений производить расчеты параметров и осуществлять рациональный выбор насосно-компрессорного и холодильного оборудования, формирование навыков обслуживания указанного оборудования

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- основы теории движения жидкостей и газов в насосах и компрессорных машинах;
- теоретические основы получения низких температур;
- принципиальные устройства установок для получения умеренного и глубокого холода;
- конструкции машин для подачи жидкостей и газов;
- параметры насосов, компрессорных машин и холодильного оборудования;
- характеристики машин для подачи жидкостей и газов;
- оптимальные режимы работы насосно-компрессорного оборудования в составе технологических схем.

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-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации технологических машин и оборудования отрасли	Знает технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации технологических машин и оборудования отрасли	Экзамен
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет выполнять расчёты параметров технологических машин и оборудования, осуществлять анализ причин отказов оборудования, разрабатывать мероприятия повышения надежности оборудования; проводить анализ нарушений правил технической эксплуатации оборудования	Умеет выполнять расчёты параметров технологических машин и оборудования, осуществлять анализ причин отказов оборудования, разрабатывать мероприятия повышения надежности оборудования; проводить анализ нарушений правил технической эксплуатации оборудования	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками контроля технического состояния оборудования; обеспечения соблюдения правил, инструкций и технических условий при эксплуатации технологического оборудования	Владеет навыками контроля технического состояния оборудования; обеспечения соблюдения правил, инструкций и технических условий при эксплуатации технологического оборудования	Экзамен
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает технологические регламенты установок; технологические схемы установок; основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации; требования законодательных, нормативных правовых и локальных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда;	Знает технологические регламенты установок; технологические схемы установок; основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации; требования законодательных, нормативных правовых и локальных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда;	Экзамен
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет осуществлять надзор за безопасной эксплуатацией технологического оборудования; анализировать причины отказа работы технологического оборудования;	Умеет осуществлять надзор за безопасной эксплуатацией технологического оборудования; анализировать причины отказа работы технологического оборудования;	Экзамен
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками подготовки технической документации на оборудование технологических объектов.	Владеет навыками подготовки технической документации на оборудование технологических объектов.	Экзамен
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает основное оборудование, принципы его работы и правила технической эксплуатации; технологические схемы оборудования; технологические регламенты установок; законодательные и нормативно-правовые акты, регламентирующие	Знает основное оборудование, принципы его работы и правила технической эксплуатации; технологические схемы оборудования; технологические регламенты установок; законодательные и нормативно-правовые акты, регламентирующие	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		производственную деятельность технологического объекта	производственную деятельность технологического объекта	
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет эффективно использовать оборудование технологического объекта, анализировать причины отказа работы технологического оборудования, разрабатывать план мероприятий по их предупреждению.	Умеет эффективно использовать оборудование технологического объекта, анализировать причины отказа работы технологического оборудования, разрабатывать план мероприятий по их предупреждению.	Экзамен
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет навыками обеспечения выполнения требований по эксплуатации технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом; предупреждения и устранения нарушений хода производственного процесса, связанных с эксплуатацией технологического оборудования; обеспечение подготовки технической документации на оборудование технологических объектов	Владеет навыками обеспечения выполнения требований по эксплуатации технологического оборудования в соответствии с технологическим регламентом; предупреждения и устранения нарушений хода производственного процесса, связанных с эксплуатацией технологического оборудования; обеспечение подготовки технической документации на оборудование технологических объектов	Экзамен
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает научные основы и современные разработки в области сопротивления материалов, механики разрушения, технологии материалов и материаловедения; принципы, физические основы, техническое обеспечение видов и методов испытаний; отечественные и зарубежные стандарты, нормативные документы и правила по	Знает научные основы и современные разработки в области сопротивления материалов, механики разрушения, технологии материалов и материаловедения; принципы, физические основы, техническое обеспечение видов и методов испытаний; отечественные и зарубежные стандарты, нормативные документы и правила по заявленному	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		заявленному виду и методу испытаний; элементы теории вероятности, математической статистики при обработке результатов испытаний; методики испытания по другим видам и методам испытаний; вредные экологические факторы данного метода испытания и способы предотвращения их воздействия на окружающую среду и человека; современное состояние и перспективы развития данного метода испытаний;	виду и методу испытаний; элементы теории вероятности, математической статистики при обработке результатов испытаний; методики испытания по другим видам и методам испытаний; вредные экологические факторы данного метода испытания и способы предотвращения их воздействия на окружающую среду и человека; современное состояние и перспективы развития данного метода испытаний;	
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет определять методы, испытательное оборудование и методики, необходимые для конкретных видов испытаний; выбирать способы и методы испытаний и определения критериев; выполнять испытания, давать оценку и идентифицировать угрозы, выдавать заключения о результатах испытаний; разрабатывать методические рекомендации, методики, инструкции по проведению испытаний; организовывать, проводить и руководить экспериментальными работами по данному виду и методу испытаний; контролировать работу специалистов 5 уровня	Умеет определять методы, испытательное оборудование и методики, необходимые для конкретных видов испытаний; выбирать способы и методы испытаний и определения критериев; выполнять испытания, давать оценку и идентифицировать угрозы, выдавать заключения о результатах испытаний; разрабатывать методические рекомендации, методики, инструкции по проведению испытаний; организовывать, проводить и руководить экспериментальными работами по данному виду и методу испытаний; контролировать работу специалистов 5 уровня	Экзамен
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет навыками выполнения испытаний; выдачи оценки и идентификации угрозы;	Владеет навыками выполнения испытаний; выдачи оценки и идентификации угрозы;	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		выдачи заключений о результатах испытаний	выдачи заключений о результатах испытаний	
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и режимы работы технологических машин и оборудования; современные системы мониторинга технического состояния технологических машин и оборудования отрасли; законодательные и нормативные акты, методические материалы по вопросам эксплуатации машин, аппаратов и технологического оборудования отрасли.	Знает технические характеристики, конструктивные особенности, назначение и режимы работы технологических машин и оборудования; современные системы мониторинга технического состояния технологических машин и оборудования отрасли; законодательные и нормативные акты, методические материалы по вопросам эксплуатации машин, аппаратов и технологического оборудования отрасли.	Экзамен
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет проводить расчёты параметров технологических машин и оборудования; мониторинг работы оборудования; разрабатывать техническую документацию, техническое описание, проекты технических условий работы технологических машин и оборудования	Умеет проводить расчёты параметров технологических машин и оборудования; мониторинг работы оборудования; разрабатывать техническую документацию, техническое описание, проекты технических условий работы технологических машин и оборудования	Экзамен
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет навыками контроля технического состояния технологического оборудования	Владеет навыками контроля технического состояния технологического оборудования	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	66	66	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	26	26	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	78	78	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

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	
7-й семестр				
Введение	1	0	0	0
Предмет и задачи курса «Насосы, компрессоры и холодильные установки». Место дисциплины в структуре профессиональной подготовки выпускников. Классификация гидромашин. Общие сведения и понятия.				

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 1. Центробежные насосы.	8	6	4	21
<p>Тема 1. Принцип действия центробежных насосов, основные параметры. Принципиальное устройство центробежных насосов. Движение жидкости в рабочем колесе насоса. Основное уравнение центробежных машин Эйлера. Основные параметры насосов. Влияние геометрии центробежного колеса на параметры насосов. Характеристики центробежных насосов. Оптимальные режимные параметры.</p> <p>Тема 2. Работа насоса на сеть. Выбор насоса. Совместная работа центробежных насосов. Высота всасывания, предельная высота всасывания. Кавитация в центробежных насосах, кавитационный запас. Помпаж, противопомпажная защита. Коэффициент быстроходности. Осевые и радиальные силы, причины их возникновения и способы компенсации.</p> <p>Основные конструктивные разновидности центробежных насосов. Расчет и выбор насоса для конкретных условий.</p> <p>Тема 3. Эксплуатация центробежных насосов. Пуск, техническое обслуживание и остановка насоса. Способы регулирования производительности. Основные неисправности, причины их возникновения и способы устранения. Правила безопасной эксплуатации насосов.</p>				
Раздел 2. Поршневые и роторные насосы.	4	2	4	14
<p>Тема 4. Поршневые насосы. Устройство и принцип действия поршневых насосов. Подача и мощность поршневого насоса. Высота всасывания. Неравномерность подачи, способы снижения неравномерности. Характеристика поршневого насоса. Способы регулирования. Совместная работа поршневого насоса и трубопровода. Возможные неисправности поршневых насосов, причины и способы устранения. Основные конструкции поршневых насосов.</p> <p>Тема 5. Роторные насосы. Шестеренчатые, пластинчатые и винтовые насосы. Устройство, принцип действия, основные параметры, области применения. Роторные радиально-поршневые и аксиально-поршневые насосы. Устройство, принцип действия, параметры, области использования.</p>				
Раздел 3. Поршневые компрессоры.	5	2	4	13
<p>Тема 6. Уравнения состояния газа и термодинамические диаграммы. Изображение процесса сжатия на диаграммах</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
состояния газа. Работа сжатия и потребляемая мощность. Изменение температуры в процессе сжатия. Термодинамические КПД. Тема 7. Принцип действия, параметры и характеристика поршневого компрессора. Принципиальное устройство и принцип действия компрессора. Индикаторная диаграмма. Мертвое пространство. Производительность компрессора, коэффициент подачи. Индивидуальные и универсальные характеристики. Оптимальные режимы работы компрессора. Предел одноступенчатого сжатия. Определение числа ступеней. Противопомпажная защита. Тема 8. Конструктивное исполнение поршневых компрессоров. Схемы многоступенчатых поршневых компрессоров. Основные типы компрессоров. Понятие о базах. Системы охлаждения и смазки. Возможные неисправности и их причины. Порядок расчета и выбора компрессора для конкретных условий эксплуатации.				
Раздел 4. Центробежные, осевые и роторные компрессорные машины	4	4	2	16
Тема 9. Центробежные вентиляторы и компрессоры. Устройство вентиляторов, принцип действия, основные параметры. Способы регулирования производительности. Конструктивные особенности центробежных вентиляторов, области использования. Расчет и выбор вентилятора. Устройство и принцип действия центробежных компрессоров. Основные параметры, характеристики, способы регулирования. Охлаждение газа. Конструктивные особенности центробежных компрессоров. Тема 10. Осевые вентиляторы и компрессоры. Роторные компрессоры. Принципиальное устройство и принцип действия осевых машин. Решетка профилей. Параметры осевых вентиляторов и компрессоров, характеристики, способы регулирования. Области применения осевых вентиляторов и компрессоров. Винтовые компрессоры: устройство и принцип действия, параметры, способы регулирования, области использования. Ротационные пластинчатые и жидкостно-кольцевые компрессорные машины. Устройство, принцип действия, параметры, области использования.				
Раздел 5. Термодинамические основы получения холода.	4	4	4	14

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Тема 11. Методы искусственного охлаждения. Основные положения. Обратный цикл Карно. Холодопроизводительность. Энергетический баланс холодильной машины. Холодильный коэффициент. Расширение газов при дросселировании в детандере. Эффект Джоуля-Томсона. Испарительное охлаждение газов.</p> <p>Тема 12. Установки умеренного охлаждения. Парокомпрессионные холодильные установки: устройство, принцип действия, основные параметры, их расчет. Области применения. Холодильные агенты: свойства, требования к ним. Каскадный цикл. Оборудование парокомпрессионных холодильных установок. Абсорбционные холодильные установки: устройство, принцип действия, параметры, области использования. Пароэжекторные холодильные установки: устройство, принцип действия, параметры, области использования.</p>				
ИТОГО по 7-му семестру	26	18	18	78
ИТОГО по дисциплине	26	18	18	78

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчет параметров центробежного насоса. Построение характеристик насоса и сети. Определение по характеристикам оптимальных режимных параметров.
2	Перерасчет параметров центробежного колеса при изменении его диаметра, скорости вращения и плотности среды.
3	Гидравлический расчет трубопроводной сети. Выбор насоса по каталогам с учетом конкретных условий. Определение допустимой высоты всасывания.
4	Расчет производительности и предельной высоты всасывания поршневого насоса. Характеристика поршневого насоса. Расчет параметров роторных насосов.
5	Расчет параметров поршневого компрессора. Определение предельной степени сжатия и числа ступеней
6	Построение характеристик вентилятора и сети. Определение рабочей точки. Выбор вентилятора по каталогам.
7	Расчет компрессорных установок. Выбор компрессоров по каталогам, паспортам, с использованием Интернет-ресурса.
8	Определение термодинамических свойств хладагентов по диаграммам состояния. Построение холодильных циклов на T-S диаграмме. Сравнительный анализ холодильных циклов с различными хладагентами.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
9	Расчет холодопроизводительности, потребляемой мощности и холодильного коэффициента для холодильных установок.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Параметрические испытания центробежного насоса. Работа на сеть.
2	Кавитационные испытания центробежного насоса.
3	Испытания водокольцевого вакуум-насоса.
4	Испытания плунжерного насоса.
5	Испытания поршневого компрессора.
6	Исследование пароконденсационной холодильной установки.
7	Изучение конструкций и работы центробежных насосов и компрессоров.
8	Изучение устройств и работы роторных нагнетателей.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором 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 установление 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.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

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
1. Основная литература		
1	Быстрицкий Г. Ф. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий : учебное пособие для вузов / Г. Ф. Быстрицкий. - М.: Академия, 2008.	3
2	Гримитлин А.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры в инженерном оборудовании зданий : учебное пособие / А.М. Гримитлин, О.П. Иванов, В.А. Пухкал. - СПб: АВОК Северо-Запад, 2006.	1
3	Энергосиловое оборудование систем жизнеобеспечения : учебник для вузов / Е. М. Росляков [и др.]. - Санкт-Петербург: Политехника, 2004.	6
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Дячек П. И. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учебное пособие для вузов / П. И. Дячек. - Москва: Изд-во АСВ, 2013.	6
2	Насосы для химии и нефтехимии : [каталог-]справочник / Сост. Д.В. Бабышкин, И.В. Снегирев. - М.: Infobook, 2005.	1
3	Основы проектирования. Конструкции. - Москва: , КолосС, 2008. - (Поршневые компрессоры : учебное пособие : в 2 т.; Т. 2).	10
4	Т.1. - М.: , Фирма Даугелло-Т, 2005. - (Электронасосы различного назначения : информационно-справочный каталог : в 3 т.; Т. 1).	4
5	Т.2. - М.: , Фирма Даугелло-Т, 2005. - (Электронасосы различного назначения : информационно-справочный каталог : в 3 т.; Т. 2).	4
6	Т.3. - М.: , Фирма Даугелло-Т, 2005. - (Электронасосы различного назначения : информационно-справочный каталог : в 3 т.; Т. 3).	4
2.2. Периодические издания		
1	Химическое и нефтегазовое машиностроение : международный научно-технический и производственный журнал / Российская инженерная академия; Газпром; Московский государственный университет инженерной экологии. - Москва: Изд-во МГУИЭ, 1932 -	

2.3. Нормативно-технические издания		
1	Правила устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов : ПБ 03-581-03 / Федеральный горный и промышленный надзор России. - Екатеринбург: Уралюриздат, 2004.	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Испытания насосной установки: Метод. указ. к лаб. раб. по курсу Насосы, компрессоры, холодильные установки для студ. спец. МАХП. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 1997.	6
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное посо-бие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков. - М.: Альянс, 2006	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks116897	локальная сеть; свободный 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)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATHCAD 14 Academic, ПНИПУ 2009 г.

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	http://www.diss.rsl.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Лаборатория «Насосы, компрессоры, холодильные установки», доска, парты, стол преподавателя	1
Лекция	Мультимедиа комплекс на базе проектора, доска, парты, стол преподавателя	20
Практическое занятие	Мультимедиа комплекс на базе проектора, доска, парты, стол преподавателя	20

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Насосы, компрессоры и холодильные установки»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) образовательной программы:	Оборудование нефтегазопереработки (СУОС)
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Выпускающая кафедра:	Оборудование и автоматизация химических производств
Форма обучения:	Очная
Курс: 4	Семестр: 7
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	5 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	180 ч.
Форма промежуточной аттестации:	Экзамен: 7 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. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД, освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разделено 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 компетенции *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

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

Таблица 1.1 – Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточный Экзамен
	ТО	ТКР	ОЛР	РТ/КР	
Усвоенные знания					
З.1 знать основы теории движения жидкостей и газов в насосах, вентиляторах и компрессорах;		ТКР1		РТ	ТВ
З.2 знать теоретические основы получения низких температур;		ТКР2	ОЛР3	РТ	ТВ
З.3 знать конструктивное исполнение насосов и компрессоров отечественного и зарубежного производства, используемых в нефтегазопереработке;	ТО				ТВ
З.4 знать порядок выбора насоса и компрессора для работы в конкретных условиях;	ТО				ТВ
З.5 знать правила эксплуатации насосно-компрессорного и холодильного оборудования;	ТО		ОЛР1- ОЛР3		ТВ
З.6 знать причины возникновения неисправностей в насосе и способы их устранения.	ТО		ОЛР1- ОЛР3	РТ	ТВ
Освоенные умения					
У.1 уметь выполнять расчет параметров насосно-компрессорного и холодильного оборудования;		ТКР1 ТКР2	ОЛР1- ОЛР3	КР1 КР2	ПЗ
У.2 уметь производить выбор насосов и компрессоров для конкретных условий эксплуатации;				КР1 КР2	ПЗ
У.3 уметь анализировать возможные неисправности и делать			ОЛР1-		ПЗ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточный
	ТО	ТКР	ОЛР	РТ/КР	Экзамен
Выводы.			ОЛРЗ		
Приобретённые владения					
В.1 владеть навыками расчета и выбора типа насоса и компрессора для решения конкретных задач.			ОЛР1- ОЛР3		КЗ

С – собеседование по теме; ТО – теоретический опрос; ТКР – текущая контрольная работа по теме; ОЛР – отчет по лабораторной работе; РТ/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая 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 бланчного 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 и контрольной работы по теме. Результаты по четырех балльной шкале заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексной оценки усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме тестирования, защиты лабораторных работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1 Защита лабораторных работ

Количество запланированных лабораторных работ указано в РПД дисциплины. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД

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

2.2.2 Рубежное тестирование (контрольная работа)

Рубежные тестирования (РТ) и контрольные работы (КР) запланированы после освоения студентами учебных разделов дисциплины.

Типовые задания рубежного тестирования:

1. Укажите формулу для расчета теоретической производительности центробежного колеса:

$$\begin{array}{ll} 1) Q_T = \pi \cdot D_2 \cdot b_2 \cdot n & 2) Q_T = 0,785 \cdot D^2 \cdot b \cdot n \\ 3) Q_T = \pi \cdot D_2 \cdot b_2 \cdot c_{2r} & 4) Q_T = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S \cdot n}{4} \end{array}$$

2. Укажите причины, которые могут привести к возникновению кавитации:

- 1) большие скорости жидкости на входе в рабочее колесо, большое сопротивление всасывающей линии, повышение давления в расходной емкости;
- 2) резкое изменение направление потока на входе в колесо, уменьшение геометрической высоты всасывания, уменьшение давления в расходной емкости;
- 3) увеличение числа оборотов колеса, увеличение сопротивления всасывающей линии; увеличение давления в расходной емкости;
- 4) увеличение геометрической высоты всасывания, повышение температуры перекачиваемой жидкости, уменьшение диаметра всасывающей линии.

3. Укажите формулу для определения мощности адиабатического сжатия газа:

$$\begin{array}{ll} 1) N = p_H \cdot Q_H \cdot \ln \varepsilon & 2) N = \frac{k}{k-1} \cdot p_H \cdot Q_H \cdot \left[\varepsilon^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \\ 3) N = \frac{k}{k-1} \cdot p_H \cdot v_H \cdot \left[\varepsilon^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] & 4) N = p_H \cdot Q_H \cdot \left[\varepsilon^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \end{array}$$

Типовые задания контрольной работы:

1. Рассчитать теоретическую производительность поршневого насоса простого действия, имеющего диаметром поршня 100 мм, радиус кривошипа 80 мм и частоту вращения 120 об/мин.

2. Подобрать центробежный насос для подачи 1500 кг/ч серной кислоты из открытой емкости в реактор, находящийся под избыточным давлением 0,2 МПа.

Подача кислоты осуществляется на высоту 15 м по трубопроводу диаметром 25x2,5 мм, имеющим 3 отвода и два нормальных вентиля.

3. Определить теоретическую производительность и холодильный коэффициент аммиачной холодильной установки (цикл сухой) при давлении конденсации 1,5 МПа. Температура в испарителе составляет минус 30 °С.

4. Подобрать компрессор для сжатия и перемещения 12000 м³/ч (н.у) азота. Начальное давление азота – 1,6 МПа, конечное – 10 МПа. Общее гидравлическое сопротивление сети – 1200 Па.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3 Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

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

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных 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 экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Механизм кавитации, противокавитационные меры.
2. Высота всасывания, предельная высота всасывания, кавитационный запас.
3. Подача поршневого компрессора, способы регулирования.
4. Одноступенчатое сжатие в поршневом компрессоре. Предел одноступенчатого сжатия.
5. Степень сжатия, мертвое пространство; их влияние на производительность компрессора. Предельная степень сжатия.

Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:

1. Указать причины возникновения осевых сил на центробежном колесе.
2. Изобразить принципиальную схему пароконденсаторной холодильной установки.
3. Изобразить холодильный цикл Карно.
4. Изобразить на T – S диаграмме действительные холодильные циклы.
5. Показать условия возникновения помпажа на установке с центробежной машиной.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Указать последовательность выбора компрессора для конкретных условий.

2. Изобразить устройства для компенсации осевых сил в центробежных машинах.
3. Обосновать использование оппозитных компрессоров в нефтегазопереработке.
4. Объяснить систему охлаждения компрессорных установок.
5. Выполнить сравнительный анализ «сухого» и «влажного» холодильных циклов.

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2 Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

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 экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена 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 экзамене 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 дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного 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 экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Приложение 1 – Типовая форма билета

<p>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»</p>	<p>15.03.02 Технологические машины и оборудование Оборудование нефтегазопереработки <i>Кафедра «Оборудование и автоматизация химических производств»</i></p>
<p>Дисциплина «Насосы, компрессоры и холодильные установки»</p>	
<p>БИЛЕТ № 2</p> <p>1. Подача центробежного насоса, способы ее регулирования (<i>контроль знаний</i>). 2. Расчет параметров парокompрессорной холодильной установки (<i>контроль умений и владений</i>). 3. Указать возможные причины вибрации центробежного насоса и способы ее устранения (<i>контроль умений и владений</i>).</p>	
<p style="text-align: right;">Составил _____ М.А. Ромашкин (подпись)</p> <p style="text-align: right;">Заведующий кафедрой _____ Е.Р. Мошев (подпись)</p>	
<p>« ____ » _____ 20__ г.</p>	