

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

"_25" _____ 05 _____ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОБЪЕМНЫЕ КОМПРЕССОРНЫЕ И РАСШИРИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ УСТАНОВОК**

Направление подготовки
**16.03.03 Холодильная, криогенная техника
и системы жизнеобеспечения**

Направленность (профиль) подготовки
Техника низких температур

Квалификация выпускника
Бакалавр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Объемные компрессорные и расширительные машины низкотемпературных установок» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности.

Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

расчетно-экспериментальная деятельность с элементами научно-исследовательской:

сбор и обработка научно-технической информации, изучение передового отечественного и зарубежного опыта по избранной проблеме;

анализ поставленной задачи и на основе подбора и изучения литературных источников;

участие в разработке теплофизических, математических и компьютерных моделей, предназначенных для выполнения исследований и решения научно-технических задач;

участие в расчетно-экспериментальных работах в составе научно-исследовательской группы на основе классических и технических теорий и методов, достижений техники и технологий, в первую очередь, с помощью экспериментального оборудования, высокопроизводительных вычислительных систем и широко используемых в промышленности наукоемких компьютерных технологий;

составление описаний выполненных расчетно-экспериментальных работ и разрабатываемых проектов, обработка и анализ полученных результатов, подготовка данных для составления отчетов и презентаций, подготовка докладов, статей и другой научно-технической документации;

участие в оформлении отчетов и презентаций, написании докладов и статей на основе современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати;

проектно-конструкторская деятельность:

участие в проектировании машин и аппаратов с целью обеспечения их максимальной производительности, долговечности и безопасности, обеспечения надежности узлов и деталей машин и аппаратов;

участие в проектировании деталей и узлов машин и аппаратов с использованием программных систем компьютерного проектирования (CAD-систем) на основе эффективного сочетания передовых CAD/CAE-технологий и выполнения многовариантных CAE-расчетов;

участие в тепловых и механических расчетах машин и аппаратов с целью обеспечения их максимальной производительности, долговечности и безопасности, обеспечения надежности узлов и деталей машин и аппаратов;

участие в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин, аппаратов и установок в целом;

участие в работах по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;

сбор и обработка научно-технической информации, изучение передового отечественного и зарубежного опыта по избранной тематике;

производственно-технологическая деятельность:

участие в работах по эксплуатации и рациональному ведению технологических процессов в холодильных и криогенных установках, системах жизнеобеспечения;

проведение расчетно-экспериментальных работ по анализу характеристик конкретных низкотемпературных установок и систем, участие в использовании

технологических процессов наукоемкого производства, контроля качества материалов, элементов и узлов низкотемпературных машин и установок различного назначения;

инновационная деятельность:

участие в использовании результатов научно-технических и проектно-конструкторских разработок в данном секторе экономики;

организационно-управленческая деятельность:

участие в организации работы, направленной на формирование творческого характера деятельности небольших коллективов, работающих в области холодильной и криогенной техники и систем кондиционирования;

участие в работах по поиску оптимальных решений при создании отдельных видов продукции с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности;

участие в разработке планов на отдельные виды работ и контроль их выполнения.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
1	2	3	4	5	6
1	ПК-10	готов участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы	основы теории сжатия и перемещения рабочих веществ в низкотемпературных машинах; основные положения технико – экономического обоснования проектируемых машин и конструкций; виды и способы составления технической документации.	выявлять естественную научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; составлять отдельные виды технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.	расчетами по существующим методикам и оформлению научно – технической документации.
2	ПК-24	готов участвовать в поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности	устройство и принцип действия объемных компрессорных и расширительных машин.	работать в команде при поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности; выполнять расчеты низкотемпературного оборудования и оформлять отчеты по проделанным работам	сборкой, безопасной эксплуатацией, ремонтом и регламентными работами низкотемпературного оборудования; документально оформлять результаты проверочных работ

3. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Объемные компрессорные и расширительные машины низкотемпературных установок» относится к вариативной части блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения. Дисциплина является обязательной к изучению. Изучение дисциплины «Объемные компрессорные и расширительные машины низкотемпературных установок» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин «Теоретическая механика», «Техническая механика», «Теория машин и механизмов», «Процессы и аппараты» «Введение в направление подготовки», «Рабочие вещества холодильных машин», «Теоретические основы холодильной техники и низкотемпературные машины».

Дисциплина «Объемные компрессорные и расширительные машины низкотемпературных установок» является предшествующей для освоения следующих дисциплин: «Монтаж холодильной техники», «Регулирование и автоматизация низкотемпературных установок», «Основы безопасной эксплуатации холодильных установок», «Расчет и конструирование холодильных машин и агрегатов».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего академических часов, ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч	
		Семестр 6	Семестр 7
Общая трудоемкость дисциплины	288	180	108
Контактная работа , в т.ч. аудиторные занятия:	106,85	76	30,85
Лекции	51	36	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	51	36	15
Практические занятия (ПЗ)	51	36	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	51	36	15
Консультации текущие	2,55	1,8	0,75
Консультации перед экзаменом	2	2	–
Вид аттестации (экзамен, зачет)	0,3	0,2	0,1
Самостоятельная работа:	147,35	70,2	77,15
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	25,5	18	7,5
Выполнение расчетов по практическим работам	25	9	16
Оформление отчетов по практическим работам	14,4	7,2	7,2
Подготовка к коллоквиуму (собеседование)	4	4	–
Проработка материала по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	78,45	32	46,45
Подготовка к экзамену (контроль)	33,8	33,8	-

5 Содержание дисциплины, структурированного по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, ак. ч
1.	Термодинамические основы сжатия газов.	Уравнения состояния идеального и реального газов. Уравнения адиабатного, политропного и изотермического сжатия. Процессы сжатия и охлаждения газов в термодинамических диаграммах (S-T, Igr-h). Уравнение сохранения энергии и работа компрессора. Коэффициенты полезного действия компрессоров.	18
2.	Принципы действия и классификация компрессоров.	Обратимость машин (двигатели и рабочие машины). Компрессоры объёмного и поточного типов. Классификация компрессоров по различным признакам (назначению, конструктивным особенностям, величине давления, по типу привода и др.). Области применения компрессорных машин.	22
3.	Компрессоры объёмного действия.	Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы. Объёмные и энергетические характеристики. Теоретическая объёмная производительность. Коэффициент подачи и действительная объёмная производительность. Адиабатная, индикаторная и эффективная мощности компрессора.	22
4.	Поршневые компрессоры.	Классификация, основные узлы и конструктивные особенности. Крупные, средние и малые холодильные компрессоры. Сальниковые и бессальниковые компрессоры. Многоступенчатое сжатие и многоступенчатые холодильные агрегаты. Типоразмерные ряды отечественных поршневых холодильных компрессоров.	22,2
5.	Динамика поршневой машины.	Силы и моменты, действующие в компрессоре. Диаграммы поршневых, тангенциальных и радиальных сил. Неравномерность вращения и расчёт маховика. Уравновешивание поршневой машины. Расчёты на прочность.	18
6.	Винтовые компрессоры.	Сухие и маслозаполненные компрессоры. Конструктивные особенности и профили винтов. Индикаторные диаграммы. Геометрическая, внутренняя и действительная степени сжатия. Объёмная производительность и энергетические характеристики. Количество подаваемого масла. Типоразмерные ряды отечественных винтовых компрессорных машин.	18
7.	Ротационные компрессоры.	Особенности конструкции, объёмные и энергетические характеристики пластинчато-роторных, пластинчато-статорных и спиральных компрессоров. Области применения.	22
8.	Центробежные турбокомпрессоры.	Принцип действия и теоретический процесс работы центробежной ступени. Треугольники скоростей. Коэффициенты напора и расхода. Влияние числа и угла выхода лопаток на коэффициент напора. Потери на дисковое трение и протечки. Действительный процесс работы центробежного компрессора. Коэффициент реактивности рабочего колеса. Число ступеней центробежного компрессора. Конструкции холодильных машин с центробежными компрессорами.	37,7
9.	Осевые турбокомпрессоры.	Принцип действия и рабочий процесс осевой ступени. Треугольники скоростей. Работа ступени. Расчёты внутреннего и адиабатного к.п.д. ступени, безразмерных коэффициентов расхода и работы, степени реактивности, числа ступеней турбокомпрессора. Конструктивные особенности.	37,7
10	Регулирование подачи и работа компрессоров в системах холодильных машин.	Регулирование компрессоров объёмного действия изменением частоты вращения, дросселированием на всасывании, байпасированием, для поршневых компрессоров - отжимом всасывающих клапанов, для винтовых - перемещением золотника. Совмещённая напорная характеристика турбокомпрессора и сети.	31,75

	Устойчивая работа и явление помпажа. Регулирование дросселем на нагнетании, дросселем на всасывании, изменением частоты вращения, закруткой потока на входе. Антипомпажное регулирование.	
	Консультации текущие (6 семестр)	1,8
	Консультации текущие (7 семестр)	0,75
	Консультации перед экзаменом (6 семестр)	2
	Экзамен(6 семестр)	0,2
	Зачет(7 семестр)	0,1

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ПЗ, ак. ч	СРО, ак. ч
	6 семестр			
1	Термодинамические основы сжатия газов.	4	4	10
2	Принципы действия и классификация компрессоров.	6	6	10
3	Компрессоры объёмного действия.	6	6	10
4	Поршневые компрессоры.	6	6	10,2
5	Динамика поршневой машины.	4	4	10
6	Винтовые компрессоры.	4	4	10
7	Ротационные компрессоры.	6	6	10
	7 семестр			
8	Центробежные турбокомпрессоры.	6	6	25,7
9	Осевые турбокомпрессоры.	6	6	25,7
10	Регулирование подачи и работа компрессоров в системах холодильных машин.	3	3	25,75

5.3.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Термодинамические основы сжатия газов.	Уравнения состояния идеального и реального газов. Уравнения адиабатного, политропного и изотермического сжатия. Процессы сжатия и охлаждения газов в термодинамических диаграммах (S-T, lgr-h). Уравнение сохранения энергии и работа компрессора. Коэффициенты полезного действия компрессоров.	4
2	Принципы действия и классификация компрессоров.	Обратимость машин (двигатели и рабочие машины). Компрессоры объёмного и поточного типов. Классификация компрессоров по различным признакам (назначению, конструктивным особенностям, величине давления, по типу привода и др.). Области применения компрессорных машин.	6
3	Компрессоры объёмного действия.	Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы. Объёмные и энергетические характеристики. Теоретическая объёмная производительность. Коэффициент подачи и действительная объёмная производительность. Адиабатная, индикаторная и эффективная мощности компрессора.	6
4	Поршневые компрессоры.	Классификация, основные узлы и конструктивные особенности. Крупные, средние и малые холодильные компрессоры. Сальниковые и бессальниковые компрессоры. Многоступенчатое сжатие и многоступенчатые холодильные агрегаты. Типоразмерные ряды отечественных поршневых холодильных компрессоров.	6
5	Динамика поршневой машины.	Силы и моменты, действующие в компрессоре. Диаграммы поршневых, тангенциальных и радиальных сил. Неравномерность вращения и расчёт маховика. Уравновешивание поршневой машины. Расчёты на прочность.	4
6	Винтовые компрессоры.	Сухие и маслозаполненные компрессоры. Конструктивные особенности и профили винтов. Индикаторные диаграммы. Геометрическая, внутренняя и действительная степени сжа-	4

		тия. Объёмная производительность и энергетические характеристики. Количество подаваемого масла. Типоразмерные ряды отечественных винтовых компрессорных машин.	
7	Ротационные компрессоры.	Особенности конструкции, объёмные и энергетические характеристики пластинчато-роторных, пластинчато-статорных и спиральных компрессоров. Области применения.	6
8	Центробежные турбокомпрессоры.	Принцип действия и теоретический процесс работы центробежной ступени. Треугольники скоростей. Коэффициенты напора и расхода. Влияние числа и угла выхода лопаток на коэффициент напора. Потери на дисковое трение и протечки. Действительный процесс работы центробежного компрессора. Коэффициент реактивности рабочего колеса. Число ступеней центробежного компрессора. Конструкции холодильных машин с центробежными компрессорами.	6
9	Осевые турбокомпрессоры.	Принцип действия и рабочий процесс осевой ступени. Треугольники скоростей. Работа ступени. Расчёты внутреннего и адиабатного к.п.д. ступени, безразмерных коэффициентов расхода и работы, степени реактивности, числа ступеней турбокомпрессора. Конструктивные особенности.	6
10	Регулирование подачи и работа компрессоров в системах холодильных машин.	Регулирование компрессоров объёмного действия изменением частоты вращения, дросселированием на всасывании, байпасированием, для поршневых компрессоров - отжимом всасывающих клапанов, для винтовых - перемещением золотника. Совмещённая напорная характеристика турбокомпрессора и сети. Устойчивая работа и явление помпажа. Регулирование дросселем на нагнетании, дросселем на всасывании, изменением частоты вращения, закруткой потока на входе. Антипомпажное регулирование.	3

5.3.2 Лабораторный практикум не предусмотрен

5.3.3 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Термодинамические основы сжатия газов.	Построение термодинамических диаграмм работы компрессора	4
2	Принципы действия и классификация компрессоров.	Изучение устройства и основных типов компрессоров	6
3	Компрессоры объёмного действия.	Расчет компрессора одноступенчатого сжатия	6
4	Поршневые компрессоры.	Расчет компрессора двухступенчатого сжатия	6
5	Динамика поршневой машины.	Прочностной расчет компрессора	4
6	Винтовые компрессоры.	Расчет винтового компрессора	4
7	Ротационные компрессоры.	Расчет рабочего цикла компрессора	6
8	Центробежные турбокомпрессоры.	Расчет центробежного турбокомпрессора	6
9	Осевые турбокомпрессоры.	Расчет осевого турбокомпрессора	6
10	Регулирование подачи и работа компрессоров в системах холодильных машин.	Расчет характеристик работы компрессора в сети	3

5.2.4 Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СР	Трудоемкость, ак. ч
1	Термодинамические основы сжатия газов.	Проработка материалов по конспекту лекций, проработка материала по учебнику, выполнение расчетов для практических работ, оформление отчетов по практическим работам	10

2	Принципы действия и классификация компрессоров.	Проработка материалов по конспекту лекций, проработка материала по учебнику, выполнение расчетов для практических работ, оформление отчетов по практическим работам	10
3	Компрессоры объемного действия.	Проработка материалов по конспекту лекций, проработка материала по учебнику, выполнение расчетов для практических работ, оформление отчетов по практическим работам; подготовка к коллоквиуму	10
4	Поршневые компрессоры.	Проработка материалов по конспекту лекций, проработка материала по учебнику, выполнение расчетов для практических работ, оформление отчетов по практическим работам	10,2
5	Динамика поршневой машины.	Проработка материалов по конспекту лекций, проработка материала по учебнику, выполнение расчетов для практических работ, оформление отчетов по практическим работам; подготовка к коллоквиуму	10
6	Винтовые компрессоры.	Проработка материалов по конспекту лекций, проработка материала по учебнику, выполнение расчетов для практических работ, оформление отчетов по практическим работам, подготовка к экзамену	10
7	Ротационные компрессоры.	Проработка материалов по конспекту лекций, проработка материала по учебнику, выполнение расчетов для практических работ, оформление отчетов по практическим работам	10
8	Центробежные турбокомпрессоры.	Проработка материалов по конспекту лекций, проработка материала по учебнику, выполнение расчетов для практических работ, оформление отчетов по практическим работам	25,7
9	Осевые турбокомпрессоры.	Проработка материалов по конспекту лекций, проработка материала по учебнику, выполнение расчетов для практических работ, оформление отчетов по практическим работам	25,7
10	Регулирование подачи и работа компрессоров в системах холодильных машин.	Проработка материалов по конспекту лекций, проработка материала по учебнику, выполнение расчетов для практических работ, оформление отчетов по практическим работам	25,75

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1. Основная литература

1. Семикопенко И. А. Холодильная техника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Семикопенко И. А., Карпачев Д. В.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2014.— 269 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28417>.— ЭБС «IPRbooks».

2. Фирсова, Ю. А. Проектирование и эксплуатация холодильных установок [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Фирсова, А. Г. Сайфетдинов. – Электрон. дан. – Казань : КНИТУ, 2016. – 128 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/101889>. – Загл. с экрана.

3. Трухачев, В. И. Эксплуатация и обслуживание холодильного оборудования на предприятиях АПК [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Трухачев, И. В. Атанов, И. В. Капустин, Д. И. Грицай. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2018. – 192 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103079>. – Загл. с экрана.

4. Бабакин, Б. С. Теплонасосные установки в отраслях агропромышленного комплекса [Электронный ресурс] : учебник / Б. С. Бабакин, А. Э. Суслов, Ю. А. Фатыхов, В. Н. Эрлихман. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. – 336 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/39144>. – Загл. с экрана.

5. Фирсова, Ю. А. Проектирование и эксплуатация холодильных установок

[Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Фирсова, А. Г. Сайфетдинов. – Электрон. дан. – Казань : КНИТУ, 2016. – 128 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/101889>. – Загл. с экрана.

6.2 Дополнительная литература

1. Воробьева Н.Н. Холодильная техника и технология. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воробьева Н.Н. – Электрон. текстовые данные. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. – 164 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/14399>.
2. Воробьева Н.Н. Холодильная техника и технология. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воробьева Н.Н. – Электрон. текстовые данные. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2006. – 104 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/14400>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Расщепкин А.Н. Теплообменные аппараты низкотемпературной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Расщепкин А.Н., Ермолаев В.А. – Электрон. Текстовые данные. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2012. – 169 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/14393>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Буянов О.Н. Холодильное технологическое оборудование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Буянов О.Н., Воробьева Н.Н., Усов А.В. – Электрон. текстовые данные. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2009. – 200 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/14401>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Комарова Н.А. Холодильные установки. Основы проектирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Комарова Н.А. – Электрон. текстовые данные. – Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2012. – 368 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/14402>.— ЭБС «IPRbooks»

6.3 Учебно-методические материалы

1. Данылиев, М. М. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылиев, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. – 32 с. Режим доступа в электронной среде: <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>.

6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	http://www.edu.ru/index.php
Научная электронная библиотека	http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?
Федеральная университетская компьютерная сеть России	http://www.runnet.ru/
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://www.window.edu.ru/
Электронная библиотека ВГУИТ	http://biblos.vsu.ru/megapro/web

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для оформления практических работ и кейс-задания по дисциплине используется программное обеспечение Microsoft Windows XP; Microsoft Windows 2008 R2 Server; Microsoft Office 2007 Professional 07.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <https://vsuet.ru>.

Для проведения учебных занятий используются:

Ауд. № 102 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Доска интерактивная Screen media IP Board с проектором Acer X1327Wi, компьютер, тестоделитель, овощерезка, дозировочная станция ВНИИХП-06, упаковочный автомат АВ-2, картофелеочистительная машина МОК, шлюзовый роторный питатель, питатель лабораторный вибрационный, ножевая мельница "Вибротехник", протирочная машина, макет свекломойки КМЗ-57, мукопросеиватель "Боронез-2", шелушитель с абразивными дисками, тестоокруглительная машина Т1-ХТО, тестоокруглитель с конической несущей поверхностью, тестомесильная машина А2-ХТТ
Ауд. № 103 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Доска интерактивная SCRENMEDIA MR7986 с проектором Acer S1283e DLP, EMEA, машина для резки монолита масла Е4-5А Ф5035, универсальный привод П-11, мясорубка МИМ-300, измельчитель, молотковая дробилка, куттер, машина котлетоформовочная МФК-2210, сепаратор сливоотделитель, сепаратор сливоотделитель "Самур-600", автоклав АВ-2, стенд для исследования статической балансировки деталей, стенд для исследования динамической балансировки, питатель шнековый, стенд для исследования тепловых взаимодействий, стенд для исследования запрессовки-распрессовки деталей
Ауд. № 114 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (для всех направлений и специальностей)	Доска интерактивная IQ Board DVT082 с проектором Infokus IN 124Stа, компьютер, стенд для исследования электрических характеристик пищевых продуктов, стенд для инфракрасного нагрева пищевых продуктов светлыми излучателями, стенд для исследования электрофизических свойств сырья и готовой продукции, стенд для определения вязкости с помощью вискозиметра РВ-8, стенд для определения степени виброуплотнения и вибротранспортирования сыпучих пищевых продуктов, стенд для изучения влияния ультразвука на пищевые продукты, стенд для определения теплофизических характеристик пищевых продуктов, электрокопильная установка, пресс лабораторный гидравлический, сушилка лабораторная для бюкс, установка ТВЧ нагрева
Ауд. № 17	Компьютер (Intel (R) Core (TM) i5-250), компьютер (Intel (R) Core (TM) i5-250), принтер Canon i-Sensys LBP-3010

Для самостоятельной работы обучающихся используются:

Ауд. № 105 Помещение (Учебная аудитория) для самостоятельной работы обучающихся	Компьютер (Intel Core 2 Duo E7300) (3 шт.)
--	--

Самостоятельная работа обучающихся может осуществляться при использовании:

Зал научной литературы ресурсного центра ВГУИТ: компьютеры Regard - 12 шт.
Студенческий читальный зал ресурсного центра ВГУИТ: моноблоки - 16 шт.

8. Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

ОМ представляются отдельным компонентом и **входят в состав рабочей программы дисциплины.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных средствах».

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе

1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц

Виды учебной работы	Всего часов акад.	Семестр	
		8 акад.	9 акад.
Общая трудоемкость дисциплины	288	180	108
Контактная работа в т.ч. аудиторные занятия:	31,7	17,9	13,8
Лекции	12	6	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	12	6	6
Практические занятия (ПЗ)	14	8	6
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	14	8	6
Консультации текущие	1,8	0,9	0,9
Консультация перед экзаменом	2	2	–
Рецензирование контрольной работы	1,6	0,8	0,8
Виды аттестации (зачет, экзамен)	0,3	0,2	0,1
Самостоятельная работа:	250,6	160,3	90,3
Контрольная работа (2)	18,4	9,2	9,2
Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	218,6	143,5	75,1
Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2,4	1,2	1,2
Выполнение расчетов по практическим работам	5,6	3,2	2,4
Оформление отчетов по практическим работам	5,6	3,2	2,4
Подготовка к экзамену, зачету (контроль)	5,7	1,8 (Экзамен)	3,9 (Зачет)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**ОБЪЕМНЫЕ КОМПРЕССОРНЫЕ И
РАСШИРИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ УСТАНОВОК**

1. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (результат освоения)	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен:		
			знать	уметь	владеть
	2	3	4	5	6
1	ПК-10	готов участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы	основы теории сжатия и перемещения рабочих веществ в низкотемпературных машинах; основные положения технико – экономического обоснования проектируемых машин и конструкций; виды и способы составления технической документации.	выявлять естественную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; составлять отдельные виды технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.	расчетами по существующим методикам и оформления научно – технической документации.
2	ПК-24	готов участвовать в поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности	устройство и принцип действия объемных компрессорных и расширительных машин.	работать в команде при поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности; выполнять расчеты низкотемпературного оборудования и оформлять отчеты по проделанным работам	сборкой, безопасной эксплуатацией, ремонтом и регламентными работами низкотемпературного оборудования; документально оформлять результаты проверочных работ

2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Термодинамические основы сжатия газов.	ПК-10, ПК-24	Практическая работа (<i>собеседование, вопросы к защите практических работ</i>) <i>Кейс задание</i>	01-05, 64 31-33., 36, 37	Защита практической работы Проверка кейс-задания
2	Принципы действия и классификация компрессоров. Компрессоры объемного действия.	ПК-10, ПК-24	Практическая работа (<i>собеседование, вопросы к защите практических работ</i>) <i>Кейс задание</i>	06-10, 65 33, 34	Защита практической работы Проверка кейс-задания
3	Поршневые компрессоры. Динамика поршневой машины.	ПК-10, ПК-24	Практическая работа (<i>собеседование, вопросы к защите практических работ</i>) <i>Коллоквиум</i>	11-15, 66 74-83	Защита практической работы Контроль преподавателем
4	Винтовые компрессоры.	ПК-10,	Практическая работа (<i>собеседование, вопросы к защите практических работ</i>)	16-20, 67	Защита практической работы

		ПК-24	семинар, вопросы к защите практических работ) <i>Кейс задание</i>	35, 39-41	ской работы Проверка кейс-задания
5	Ротационные компрессоры. Центробежные турбокомпрессоры.	ПК-10, ПК-24	Практическая работа (семинар, вопросы к защите практических работ) <i>Коллоквиум</i>	21-25, 68 84-93	Защита практической работы Контроль преподавателем
6	Осевые турбокомпрессоры.	ПК-10, ПК-24	Практическая работа (семинар, вопросы к защите практических работ) Тест	26-30, 69 01-30	Защита практической работы Компьютерное тестирование
7	Регулирование подачи и работа компрессоров в системах холодильных машин.	ПК-10, ПК-24	Практическая работа (семинар, вопросы к защите практических работ) <i>Кейс задание</i>	42-45, 70 58, 59	Защита практической работы Проверка кейс-задания
8	Термодинамические основы сжатия газов.	ПК-10, ПК-24	Практическая работа (семинар, вопросы к защите практических работ) Тест	46-49, 71 94-128	Защита практической работы Компьютерное тестирование
9	Принципы действия и классификация компрессоров.	ПК-10, ПК-24	Практическая работа (семинар, вопросы к защите практических работ) <i>Кейс задание</i>	50-54, 72 60-63	Защита практической работы Проверка кейс-задания
10	Компрессоры объемного действия.	ПК-10, ПК-24	Практическая работа (семинар, вопросы к защите практических работ) Тест	55-57, 73 129-158	Защита практической работы Компьютерное тестирование

3. Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен, зачет).

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Собеседование (экзамен)

ПК-10 - готов участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы

№	Текст вопроса
01	Уравнения состояния идеального и реального газов.
02	Уравнения адиабатного, политропного и изотермического сжатия.
03	Процессы сжатия и охлаждения газов в термодинамических диаграммах (S-T, lgr-h).
04	Уравнение сохранения энергии и работа компрессора.
05	Коэффициенты полезного действия компрессоров.
06	Обратимость машин (двигатели и рабочие машины).
07	Компрессоры объемного и поточного типов.
08	Классификация компрессоров по различным признакам (назначению, конструктивным особенностям, величине давления, по типу привода).
09	Области применения компрессорных машин.
10	Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы.
11	Объемные и энергетические характеристики.
12	Теоретическая объемная производительность.
13	Коэффициент подачи и действительная объемная производительность.
14	Адиабатная, индикаторная и эффективная мощности компрессора.
15	Классификация, основные узлы и конструктивные особенности.

ПК-24 - готов участвовать в поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности

16	Крупные, средние и малые холодильные компрессоры.
17	Сальниковые и бессальниковые компрессоры.
18	Многоступенчатое сжатие и многоступенчатые холодильные агрегаты.
19	Типоразмерные ряды отечественных поршневых холодильных компрессоров.
20	Силы и моменты, действующие в компрессоре.
21	Диаграммы поршневых, тангенциальных и радиальных сил.
22	Неравномерность вращения и расчёт маховика. Уравновешивание поршневой машины.
23	Расчёты на прочность.
24	Сухие и маслозаполненные компрессоры.
25	Конструктивные особенности и профили винтов.
26	Индикаторные диаграммы.
27	Геометрическая, внутренняя и действительная степени сжатия.
28	Объёмная производительность и энергетические характеристики.
29	Количество подаваемого масла.
30	Типоразмерные ряды отечественных винтовых компрессорных машин.

3.2 Кейс-задания к экзамену

ПК-10 - готов участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;

Номер задания	Текст типового задания
31	Вывести формулу для определения объёмного к. п. д. компрессора через относительную величину вредного пространства и отношение давлений нагнетания и всасывания.
32	Определить теоретическую и действительную подачи одноступенчатого пластинчатого ротационного компрессора, если внутренний диаметр $D=0,25$ м, диаметр ротора $d=0,22$ м, длина роторов $l=0,45$ м, число пластин $z=15$, толщина пластин $\delta=0,002$ м, эксцентриситет $e=0,015$ м, окружная скорость вращения вала $u=14,5$ м/с и коэффициент подачи компрессора $\eta_v=0,75$.
33	Определить индикаторную мощность двухцилиндрового двухступенчатого компрессора с диаметрами цилиндра $D_1=0,35$ м и $D_2=0,2$ м и ходом поршней $S=0,2$ м, если частота вращения вала $n=12$ об/с, среднее индикаторное давление для первой ступени $p_{i1}=1,2 \cdot 10^5$ Па и второй — $p_{i2}=3,4 \cdot 10^5$ Па.
34	Одноступенчатый поршневой компрессор работает со степенью повышения давления $\lambda=10$ и с показателем политропы расширения газа, остающегося во вредном объеме, $m=1,3$. Определить коэффициент подачи компрессора, если относительный объем вредного пространства $\sigma=0,04$, коэффициент, учитывающий уменьшение давления газа при всасывании, $\eta_p=0,975$, коэффициент, учитывающий увеличение температуры газа от нагревания его при контакте со стенками цилиндра, $\eta_T=0,96$ и коэффициент, учитывающий утечки газа через неплотности, $\eta_{\text{ут}}=0,98$.
35	Относительная величина вредного пространства одноступенчатого поршневого компрессора равна 5%. Давление всасываемого хладагента R 134a $p_1=1$ бар. Определить, при каком предельном давлении нагнетания производительность компрессора станет равной нулю. Процесс расширения хладагента, находящегося во вредном пространстве, и процесс сжатия хладагента считать адиабатными.

ПК-24 - готов участвовать в поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности

Номер задания	Текст типового задания
36	Определить, на сколько процентов уменьшится мощность, потребляемая поршневым компрессором, адиабатно сжимающим аммиак от давления $p_1=1 \cdot 10^5$ Па до $p_2=8 \cdot 10^5$ Па, при переходе от одноступенчатого к двухступенчатому сжатию.
37	Компрессор установки разделения воздуха всасывает в минуту 100 м^3 воздуха при температуре 20°C и давлении $0,1$ МПа и сжимает его до $0,8$ МПа. Определить требуемую мощность двигателя для привода компрессора при адиабатном сжатии, если эффективный к.п.д. компрессора $\eta_k=0,7$.
38	Определить производительность и температуру газа в конце сжатия одноступенчатого поршневого компрессора, если для подачи в трубопровод аммиака (NH_3) под давлением $0,4$ МПа требуется $1,0$ кВт. Известно, что в систему охлаждения компрессора отводится $1,0$ кВт тепловой энергии. Начальные параметры газа: абсолютное давление $0,12$ МПа, температура $t_1=20^\circ\text{C}$.
39	В одноступенчатом поршневом компрессоре диаметр цилиндра 220 мм, ход поршня – 120 мм, коэффициент объёмной подачи $\lambda=0,675$. Определить теоретическую мощность, потребную для сжатия R 134a, если частота вращения вала компрессора 960 об/мин; давление в ступени повышается от $0,1$ МПа до $0,43$ МПа; сжатие осуществляется по политропе с показателем $n=1,26$.
40	Определить мощность идеального компрессора с изотермическим сжатием и часовое количество теплоты, передаваемое охлаждающей воде, если $p_1=101325$ Па, а давление сжатого воздуха $p_2=0,4$ МПа.

	Расход всасываемого аммиака 500 м ³ /ч.
41	Трехступенчатый компрессор криогенной установки всасывает 60 м ³ /ч азота при p ₁ =0,8 бар и t ₁ =27 °С и сжимает его адиабатно до 100 бар. Определить производительность компрессора по сжатому газу и работу, затрачиваемую компрессором.

3.3. Собеседование (зачет)

ПК-10 - готов участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы

№	Текст вопроса
42	Особенности конструкции, объёмные и энергетические характеристики пластинчато-роторных, пластинчато-статорных и спиральных компрессоров.
43	Принцип действия и теоретический процесс работы центробежной ступени.
44	Коэффициенты напора и расхода.
45	Влияние числа и угла выхода лопаток на коэффициент напора.
46	Потери на дисковое трение и протечки.
47	Действительный процесс работы центробежного компрессора.
48	Коэффициент реактивности рабочего колеса.
49	Число ступеней центробежного компрессора. Конструкции холодильных машин с центробежными компрессорами.

ПК-24 - готов участвовать в поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности

50	Принцип действия и рабочий процесс осевой ступени. Работа ступени.
51	Расчёты внутреннего и адиабатного к.п.д. ступени, безразмерных коэффициентов расхода и работы, степени реактивности, числа ступеней турбокомпрессора.
52	Конструктивные особенности турбокомпрессора.
53	Регулирование компрессоров объёмного действия изменением частоты вращения, дросселированием на всасывании, байпасированием, для поршневых компрессоров - отжимом всасывающих клапанов, для винтовых - перемещением золотника.
54	Совмещённая напорная характеристика турбокомпрессора и сети.
55	Устойчивая работа и явление помпажа.
56	Регулирование дросселем на нагнетании, дросселем на всасывании, изменением частоты вращения, закруткой потока на входе.
57	Антипомпажное регулирование.

3.4 Кейс-задания к зачету

ПК-10 - готов участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы

Номер задания	Текст типового задания
58	Во сколько раз теоретическая мощность, затрачиваемая на привод одноступенчатого компрессора, больше теоретической мощности, затрачиваемой на привод трехступенчатого компрессора, при сжатие 0,5 кг/с воздуха от давления 0,97 бара до давления 88 бар. Сжатие политропное, показатель политропы 1,2. Начальная температура воздуха 20 °С.
59	Одноступенчатый центробежный компрессор с массовой подачей M=10 кг/с сжимает фреоновый пар от давления p ₁ =1,6·10 ⁵ Па до p ₂ =8,26·10 ⁵ Па. Определить эффективную мощность привода компрессора, если энтальпия пара у входа на лопатки колеса ступени i ₁ =570 кДж/кг, энтальпия пара в конце адиабатного сжатия в компрессоре i ₂ =600 кДж/кг, показатель адиабаты фреона-12 k=1,14, политропный к.п.д. компрессора η _{пол} =0,78 и механический к.п.д. компрессора η _м =0,95.
60	В центробежном компрессоре происходит адиабатное сжатие азота. Удельная работа сжатия составляет 66,2 кДж/кг. Температура на входе в рабочее колесо компрессора T ₁ =290 К, а скорость 120 м/с. На выходе температура 310 К. Изобарная теплоемкость составляет 1,004 кДж/кг. Определить скорость азота на выходе из центробежного компрессора.

ПК-24 - готов участвовать в поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности

Номер задания	Текст типового задания
61	В идеально охлаждаемом компрессоре происходит изотермическое сжатие двуокиси углерода. В компрессор поступает 1000 м ³ /ч газа (приведенного к нормальным условиям) при давлении 0,095 МПа и температуре 47 °С. Давление за компрессором 0,8 МПа. Найти теоретическую мощность приводного

	двигателя и теоретическое количество охлаждающей компрессор воды, если она нагревается на 15 °С.
62	Фактическая мощность, затрачиваемая на привод одноступенчатого охлаждаемого компрессора, составляет 43,5 кВт. Определить изотермический к.п.д. этого компрессора, если в нем политропно сжимается 0,2 кг/с азота от давления $p_1=0,1$ МПа ($t_1=10$ °С) до $p_2=0,7$ МПа.
63	Определить расход воды через промежуточный холодильный компрессора, в который поступает воздух в количестве 1,3 м ³ /с при давлении 8 бар и температуре 480 К. Воздух охлаждается при постоянном давлении до 300 К, вода нагревается на 25 °С.

3.5 Защита практической работы

ПК-10 - готов участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;

ПК-24 - готов участвовать в поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности

Номер вопроса	Текст вопросов к практической работе
64	Термодинамические диаграммы работы компрессора
65	Устройство и основные типы компрессоров
66	Компрессор одноступенчатого сжатия
67	Компрессор двухступенчатого сжатия
68	Прочностные характеристики компрессора
69	Устройство и работа винтового компрессора
70	Рабочий цикл компрессора
71	Устройство и работа центробежного турбокомпрессора
72	Устройство и работа осевого турбокомпрессора
73	Характеристики работы компрессора в сети

3.6 Коллоквиум

ПК-10 - готов участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;

№	Текст вопроса
74	Уравнения состояния идеального и реального газов.
75	Уравнения адиабатного, политропного и изотермического сжатия.
76	Процессы сжатия и охлаждения газов в термодинамических диаграммах (S-T, lgr-h).
77	Уравнение сохранения энергии и работа компрессора.
78	Коэффициенты полезного действия компрессоров.
79	Обратимость машин (двигатели и рабочие машины).
80	Компрессоры объёмного и поточного типов.
81	Классификация компрессоров по различным признакам (назначению, конструктивным особенностям, величине давления, по типу привода).
82	Области применения компрессорных машин.
83	Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы.

ПК-24 - готов участвовать в поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности

84	Крупные, средние и малые холодильные компрессоры.
85	Сальниковые и бессальниковые компрессоры.
89	Многоступенчатое сжатие и многоступенчатые холодильные агрегаты.
87	Типоразмерные ряды отечественных поршневых холодильных компрессоров.
88	Силы и моменты, действующие в компрессоре.
89	Диаграммы поршневых, тангенциальных и радиальных сил.
90	Неравномерность вращения и расчёт маховика. Уравновешивание поршневой машины.
91	Расчёты на прочность.
92	Сухие и маслозаполненные компрессоры.
93	Конструктивные особенности и профили винтов.

3.7 Тесты (тестовые задания к экзамену)

ПК-10 - готов участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы

94	Виды смазочных материалов, применяемых для смазки компрессоров а) Твердые и жидкие;
----	--

	б) Цилиндровые и компрессорные; в) Моторные и турбинные.
95	Виды контрольно – измерительных приборов, применяемых на компрессорах. а) Показывающие; б) Самопишущие; в) Дифференциальные.
96	Повышения холодопроизводительности машины можно добиться: а) при всасывании компрессором перегретого пара; б) при всасывании сухого пара; в) при переохлаждении жидкого хладагента
97	Цикл парокompрессионной холодильной машины изображается в диаграмме $T - S$: а) в зоне перегретого пара; б) в области влажного насыщенного пара.
98	В газовых холодильных машинах рабочее вещество а) меняет свое агрегатное состояние; б) не меняет свое агрегатное состояние.
99	В парокompрессионных машинах рабочее вещество находится а) в жидком или газообразном состоянии; б) в жидком состоянии.
100	Температура нагнетания не зависит от: а) температуры конденсации; б) температуры перегрева; в) температуры масла в компрессоре.
101	«Сухой» ход компрессора обеспечивается: а) перегревом пара; б) установкой маслоотделителя; в) газовым фильтром.
102	Детандер – это: а) теплообменник; б) промежуточный сосуд; в) расширительный цилиндр.
103	. Машина, предназначенная для циркуляции хладагента: а) герметичный насос; б) компрессор; в) гидропресс.
104	При каком процессе сжатия в компрессоре происходит наименьшая затраченная работа? а) При адиабатном сжатии; б) При политропном сжатии; в) При изотермическом сжатии; г) При изобарном сжатии.
105	Холодильный коэффициент ϵ это? а) Отношение холодопроизводительности к затраченной работе; б) Отношение затраченной работы к холодопроизводительности; в) Сумма холодопроизводительности и затраченной работы.
106	За счет чего в обратном цикле происходит переход тепла от холодного источника к горячему? а) За счет механической энергии; б) За счет разницы теплоты в горячем и холодном источнике; в) За счет изотермического процесса; г) За счет адиабатного процесса.
107	Чем определяется величина КПД цикла Карно? а) Только значениями температур T_1 и T_2 , в которых осуществляется цикл; б) Значениями температур и давлений, в которых осуществляется цикл; в) Значениями давлений, в которых осуществляется цикл; г) Значениями температур и энтропий, в которых осуществляется цикл.
108	. Из каких процессов состоит цикл Карно? а) 2-х изотерм и 2-х адиабат; б) 2-х изохор и 2-х политроп; в) 2-х адиабат и 2-х политроп; г) 2-х изохор и 2-х адиабат.
109	Виды систем охлаждения, применяемых на компрессорах? а) Воздушные; б) Жидкостные;

	в) Галогенные
110	Основные виды термодинамических процессов: а) Изобарический, изохорный, изотермический, адиабатический, политропический; б) Изобарический, теоретический, динамический, адиабатический, политропический; в) Изоциклический, изохордовый, изотермический, адиабатический, изотропический
111	По какому циклу работают холодильные установки? Прямой обратимый; а) Обратный обратимый; б) Прямой необратимый; в) Регулируемый.

ПК-24 - готов участвовать в поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности

112	Виды приводов поршневого компрессора. а) Двигателями внутреннего сгорания; б) Электродвигателями; в) Пневматическими двигателями; г) Гидромоторами.
113	Какой вид компрессора не чувствителен к изменениям плотности газа? а) Роторный; б) Центробежный; в) Поршневой.
114	Как расшифровывается компрессорный клапан марки ПИК-250А? а) Прямоточный, индивидуальный, круглый, посадочный диаметр 250 мм; б) Плоский, изогнутый под углом клапан с посадочным диаметром 250 мм; в) Пластинчатый, индивидуальный, клапан, давление максимальн. 250 МПа.
115	Принцип работы поршневых компрессоров двойного действия. а) Сжатие за 1ход поршня в одну сторону; б) Сжатие за 2хода поршня в одну сторону; в) Сжатие за 1ход поршня в обе стороны.
116	Как расшифровывается буква «М» в обозначении марки компрессора 2ВМ- 4 – 9 / 101 ? а) Опозитный; б) Малогабаритный; в) Маслозаполненный.
117	В чем основное различие опозитного компрессора? а) Встречно противоположное движение поршней; б) Одностороннее вертикальное движение поршней; в) Реверсивное направление вращения коленвала.
118	. Виды системы охлаждения поршневых компрессорных установок а) Открытая; б) Циркуляционная; в) Закрытая; г) Реверсивная.
119	Что такое крейцкопф поршневого компрессора? а) Это газовый сальник штока поршня; б) Это механизм для передачи движения; в) Это деталь клапана маслососа; г) Это баббитовая втулка шатуна.
120	Если в паспорте компрессора не указано название газа, то можно ли его компримировать? а) Можно; б) Можно по согласованию с технологом; в) Нельзя.
121	. Компрессор, в котором шатун соединен с поршнем: а) ротационный; б) безкрейцкопфный; в) винтовой.
122	Компрессоры марки АУУ400: а) двухцилиндровые; б) четырехцилиндровые; в) восьмицилиндровые.
123	Перегрев одного из цилиндров поршневого компрессора

	свидетельствует о : а) неисправность клапанов; б) недостаточном охлаждении цилиндров; в) перегрева пара на всасывании.
124	Для охлаждения воздуха до $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ при одноступенчатом сжатии применяют: а) R 717; б) R 502; в) R 12.
125	. Перегрев паров аммиака для ступени низкого давления двухступенчатого компрессора должен быть: а) $5\text{ }^{\circ}\text{C}$; б) $10\text{ }^{\circ}\text{C}$; в) $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
126	Предельно допустимая температура масла в картере компрессора: а) $40\text{ }^{\circ}\text{C}$; б) $50\text{ }^{\circ}\text{C}$; в) $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.
127	. Как изменится холодопроизводительность компрессора при понижении температуры кипения: а) увеличится; б) уменьшится; в) не изменится.
128	Повышение давления конденсации холодопроизводительность компрессора: а) повысит; б) снизит; в) отключит компрессор.

3.7 Тесты (тестовые задания к зачету)

ПК-10 - готов участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы;

129	Требования каких документов необходимо учитывать при эксплуатации компрессоров? а) Проекта, инструкций, письменных разрешений гл. механика; б) Инструкций завода-изготовителя; в) Возможны оба варианта.
130	Компрессоры должны быть снабжены исправными арматурой, КИПи А, системами защиты и блокировками согласно: а) Паспорта завода-изготовителя и требованиям проекта; б) Инструкций на рабочих местах; в) Возможны оба варианта.
131	Соединения компрессоров и их газопроводы необходимо проверять систематически на герметичность в соответствии со сроками, установленными: а) Технологическим регламентом и графиком ПТОР; б) По специальным графикам, утвержденным гл. инженером; в) Согласно инструкции завода-изготовителя и технологического регламента.
132	Чем должны быть оборудованы отделители жидкости (сепараторы): а) Световой и звуковой сигнализацией, а также блокировкой, производящей остановку компрессора при достижении предельно допустимого уровня жидкости в сепараторе; б) блокировкой, производящей остановку компрессора; в) звуковой сигнализацией при достижении предельно допустимого уровня жидкости в сепараторе.
133	Компрессоры, находящиеся в резерве, должны быть отключены чем и как? а) Автоматическими вентилями как по линии приема, так по линии нагнетания; б) Запорной арматурой как по линии приема, так по линии нагнетания; в) Обратными клапанами только по линии нагнетания.
134	С какой целью применяется фильтр на всасывающей линии компрессора? а) Для осушки от влаги; б) Для очистки от механических примесей; в) Для очистки от других газов.
135	Когда необходимо осматривать недоступные к осмотру во время его работы движущиеся детали компрессора и что нужно предпринять? а) После каждой остановки, обращать внимание на места нагрева и немедленно их устранять; б) После каждой остановки, обращать внимание на зазоры и их регулировать; в) Не нужно осматривать.

136	<p>Что должно быть нанесено на трубопроводы в компрессорной станции?</p> <p>а) Давление и температура газа; б) Название продукта и давление предельное; в) Стрелки, указывающие направление движения газа.</p>
137	<p>Каждая поступающая партия компрессорного масла должна иметь?</p> <p>а) паспорт-сертификат с указанием физико-химических свойств масла; б) инструкцию по использованию; в) гигиенический сертификат с указанием физико-химических свойств масла; г) свидетельство об испытании.</p>
138	<p>Сроки очистки масляных фильтров в системе принудительной смазки и приемной сетки масляного насоса?</p> <p>а) в сроки, предусмотренные графиком; б) не реже одного раза в два месяца; в) не реже одного раза в месяц; г) согласно инструкции завода изготовителя.</p>
139	<p>При пуске холодильной установки двухступенчатого сжатия включают:</p> <p>а) компрессор первой ступени потом второй; б) одновременно две ступени; в) компрессор второй ступени затем первой.</p>
140	<p>Для защиты компрессора от механических загрязнений применяют:</p> <p>а) фильтр-осушитель; б) газовый фильтр; в) масляный фильтр.</p>
141	<p>Повышенный расход масла и его загрязненность свидетельствуют о повышении износа:</p> <p>а) поршня б) цилиндра в) клапанов.</p>
142	<p>Укажите, по какому параметру осуществляется выбор холодильного компрессора при проектировании.</p> <p>а) по мощности, Вт; б) по холодопроизводительности, Вт; в) по давлению, Па; г) по массовому расходу хладагента, кг/с; д) по объёму, описываемому поршнями, м³/с.</p>

ПК-24 - готов участвовать в поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности

143	<p>В холодильной машине с двумя испарителями и насосно-циркуляционной системой используются насосы для:</p> <p>а) переохлаждения хладагента; б) подачи хладагента в жидком виде в испаритель.</p>
144	<p>Перегрев паров аммиака, всасывающих одноступенчатым компрессором, должен быть не менее:</p> <p>а) 2 °С; б) 5 °С; в) 8 °С</p>
145	<p>Температура воды на выходе с охлаждающей рубашки компрессора не должна превышать:</p> <p>а) 10 °С; б) 45 °С; в) 70 °С.</p>
146	<p>Предельно допустимая температура нагнетания для поршневых аммиачных компрессоров:</p> <p>а) не выше 90 °С; б) не выше 120 °С; в) не выше 160 °С.</p>
147	<p>Маслозаполненный компрессор:</p> <p>а) винтовой; б) ротационный; в) герметичный.</p>

148	Назначение байпаса компрессора: а) для повышения давления нагнетания; б) для понижения давления всасывания; в) для облегчения пуска.
149	Предельно допустимая температура нагнетания для винтовых компрессоров: а) не выше 70 °С; б) не выше 90 °С; в) не выше 120 °С.
150	Что должно быть установлено при работе нескольких компрессоров в общую сеть на каждом газопроводе? а) Обратный клапан и регулятор давления; б) Обратный клапан и отсекающая задвижка или вентиль; в) Отсекающая арматура и манометр.
151	Масло для смазки компрессора может применяться только при наличии на него: -а) Наклейки на сосуде заводского названия; б) Заводской документации (паспорт, сертификат); в) Разрешения лаборатории качества.
152	С какой целью изготавливают компрессоры для значительных давлений (более 1, 2 бар) многоступенчатым? а) С целью повышения КПД; б) С целью уменьшения металлоемкости; в) С целью снижения мощности привода; г) С целью упрощения конструкции
153	Назначение предохранительных клапанов прямоточного поршневого компрессора? а) Предотвращение повышения рабочего давления; б) Предотвращение разрушения оборудования.
154	Устройство винтового компрессора типа 5ВКГ-10\6: а) Корпус, мультипликатор, роторы, масляный насос; б) Корпус, муфта, сальники, клапаны, ротор, масляный насос; в) Корпус, роторы, клапаны, масляный насос, редуктор.
155	Запорная арматура, устанавливаемая на нагнетательном и всасывающем трубопроводах компрессора должна быть установлена: а) Максимально приближенной к компрессору и находиться в зоне удобной для обслуживания; б) Согласно монтажной документации и по указаниям гл. механика; в) Максимально удалена от компрессора.
156	В каких случаях необходимо немедленно остановить компрессор для выявления неисправностей и устранения их причин? а) Нарушение в системе питания, превышения рабочих параметров и стуков; б) Нарушения в работе системы смазки, появления вибрации и стуков; в) Нарушения в работе системы смазки, появления вибрации и стуков, превышения предельно допустимых значений рабочих параметров.
157	При каких условиях объемный КПД и производительность одноступенчатого компрессора будет равна нулю? а) При рабочем давлении более 25 бар; б) При рабочем давлении более 50 бар; в) При недостаточной мощности привода; г) В случае, когда кривая сжатия пересечет линию, характеризующую объем вредного пространства.
158	Способы регулирования производительности поршневых компрессоров. а) Отжатием всасывающего клапана; б) Специальными устройствами; в) Рычажно – винтовой системой; г) Подвижными затворами.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине «**Объемные компрессорные и расширительные машины низкотемпературных установок**» применя-

ется бально-рейтинговая система оценки студента.

4.1. Рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий, показателем ФОС является текущий опрос в виде отчета по лабораторной работе, сдачи коллоквиума, выполнение домашнего задания, коллоквиум оценивается по системе «зачтено»-«незачтено»(в рейтинге за коллоквиум зачтено - 5, незачтено - 2). Если по рейтингу студент набрал более 60 баллов, то зачет по дисциплине выставляется автоматически.

4.2. Бальная система служит для получения экзамена и зачета по дисциплине.

Максимальное число баллов за семестр – 100.

Максимальное число баллов по результатам текущей работы в семестре – 50.

Максимальное число баллов на экзамене и зачете – 50.

Минимальное число баллов за текущую работу в семестре – 30.

Обучающийся, набравший в семестре менее 30 баллов может заработать дополнительные баллы, отработав соответствующие разделы дисциплины или выполнив обязательные задания, для того чтобы быть допущенным к экзамену и зачету.

Обучающийся, набравший за текущую работу менее 30 баллов, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается к экзамену, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на экзамен.

В случае неудовлетворительной сдачи зачета обучающемуся предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем экзамене не учитывается.

Экзамен проводится в виде собеседования и кейс-заданий.

Для получения оценки «отлично» суммарная бально-рейтинговая оценка по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять 90 и выше баллов;

- оценки «хорошо» суммарная бально-рейтинговая оценка студента по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять от 75 до 89,99 баллов;

- оценки «удовлетворительно» суммарная бально-рейтинговая оценка обучающегося по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять от 60 до 74,99 баллов;

- оценки «неудовлетворительно» суммарная бально-рейтинговая оценка обучающегося по результатам работы в семестре и на экзамене должна составлять менее 60 баллов.

Зачет проводится в виде тестового задания и кейс-задания.

Максимальное количество заданий в билете – 20.

Максимальная сумма баллов – 50.

При частично правильном ответе **сумма баллов делится пополам.**

Для получения оценки «зачтено» суммарная бально-рейтинговая оценка по результатам работы в семестре и на зачете, **должна быть не менее 60 баллов.**

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
ПК-10 готов участвовать в работах по технико-экономическим обоснованиям проектируемых машин и конструкций, по составлению отдельных видов технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы					
ЗНАТЬ основы теории сжатия и перемещения рабочих веществ в низкотемпературных машинах; основные положения технико – экономического обоснования проектируемых машин и конструкций; виды и способы составления технической документации.	Тест	Результат тестирования	более 75% правильных ответов	Отлично	Освоена (базовый, повышенный)
			60-75% правильных ответов	Хорошо	Освоена (базовый, повышенный)
			50-60% правильных ответов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			менее 50% правильных ответов	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (экзамен)	Знание основ теории сжатия и перемещения рабочих веществ в низкотемпературных машинах; основные положения технико – экономического обоснования проектируемых машин и конструкций	обучающийся грамотно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание основных положений технико – экономического обоснования проектируемых машин и конструкций; видов и способов составления технической документации	Обучающийся полно и последовательно раскрыл тему вопросов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Обучающийся неполно и/или непоследовательно раскрыл тему вопросов	Не зачтено	не освоена (недостаточный)

УМЕТЬ: выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; составлять отдельные виды технической документации на проекты, их элементы и сборочные единицы.	Собеседование (защита по практической работе)	Умение выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; составлять отдельные виды технической документации на проекты	Защита по практическим работам соответствует теме, задание выполнено правильно в полном объеме	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Защита практических работ не соответствует теме и/или задание выполнено неправильно и/или не в полном объеме	Не зачтено	не освоено (недостаточный)
ИМЕТЬ НАВЫКИ: расчетов по существующим методикам и оформления научно – технической документации	Кейс- задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
ПК-24 готов участвовать в поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности					
ЗНАТЬ: устройство и принцип действия объемных компрессорных и расширительных машин	Коллоквиум (тестирование)	Результат тестирования	50% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 50% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (экзамен)	Знание основных элементов и узлов, принципа действия объемных компрессорных и расширительных машин	обучающийся грамотно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся правильно решил кейс-задания, ответил на все вопросы, но допустил две ошибки	Хорошо	Освоена (повышенный)
		обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Удовлетворительно	Освоена (базовый)	
		обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)	

	Собеседование (зачет)	Знание устройства и принципа действия объемных компрессорных и расширительных машин	Обучающийся полно и последовательно раскрыл тему вопросов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
Обучающийся неполно и/или непоследовательно раскрыл тему вопросов			Не зачтено	не освоена (недостаточный)	
УМЕТЬ: работать в команде при поиске оптимальных решений при сборке, эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования с учетом требований эффективной работы, долговечности, автоматизации, безопасности жизнедеятельности, качества, стоимости, сроков исполнения и конкурентоспособности; выполнять расчеты низкотемпературного оборудования и оформлять отчеты по выполненным работам	Собеседование (защита по практической работе)	Умение проверять техническое состояние и остаточный ресурс машин, приводов, систем, различных комплексов, технологического оборудования, организовать профилактические осмотры и текущий ремонт	Защита по практическим работам соответствует теме, задание выполнено правильно в полном объеме	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Защита практических работ не соответствует теме и/или задание выполнено неправильно и/или не в полном объеме	Не зачтено	не освоено (недостаточный)
	Тест	Результат тестирования	более 75% правильных ответов	Отлично	Освоена (базовый, повышенный)
			60-75% правильных ответов	Хорошо	Освоена (базовый, повышенный)
		50-60% правильных ответов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)	
		менее 50% правильных ответов	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)	
ИМЕТЬ НАВЫКИ сборки, безопасной эксплуатации, ремонте и регламентных работах низкотемпературного оборудования; документального оформления результатов проверочных работ	Кейс- задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	Зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)