



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

Институт химического и нефтяного машиностроения
Кафедра холодильной техники и технологии

УТВЕРЖДАЮ

 Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 11 » 09. 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б1.В.ОД.12 «Объемные компрессоры холодильных машин»

Направление подготовки 14.03.01. «Ядерная энергетика и теплофизика»

Профиль подготовки «Техника и физика низких температур»

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХНМ, факультет ЭмТО

Кафедра-разработчик рабочей программы «Холодильной техники и технологии»

Курс, семестр 3-й курс, 6 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	36	1
Практические занятия	36	1
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	18	0,5
Самостоятельная работа	54 / 63*	1,5 / 1,75*
Форма аттестации	36/27* экзамен	1,0 / 0,75*
Всего	180	5

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (утвержденного МИНОБРНАУКИ России 11.08.2016 г., № 1034) по направлению 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» по профилю «Техника и физика низких температур» для набора 2016, 2017, 2018* г.

Типовая программа по дисциплине отсутствует.

Разработчик программы:

доцент каф. ХТТ



С.В. Визгалов

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _холодильной техники и технологии, протокол № 1 от «07» сентября 2018 г.

/ Зав. кафедрой ХТиТ, профессор



И.Г. Хисамеев

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета ЭМТО

№ 1 от «10» сентября 2018 г.

Председатель методической
комиссии ф-та ЭМТО, доцент



М.С. Хамидуллин

Начальник УМЦ, доцент



Л.А. Китаева

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.В.ОД.12 «Объемные компрессоры холодильных машин» являются:

а) получение знаний по основам конструкции, принципу действия, области применения различных типов объемных компрессоров (поршневых, винтовых, спиральных);

б) освоение методик расчета производительности и потребляемой мощности в моделях различной степени адекватности реальному объекту (идеальная, теоретическая, реальная ступени компрессора);

в) овладение основами динамического расчета поршневого компрессора, расчетами клапанов, конструктивных расчетов основных рабочих органов компрессора;

г) изучение основных типов профилей и методик построения профиля ротора винтового компрессора, определения основных параметров рабочих органов компрессора;

д) получения навыков экспериментального исследования поршневых и роторных компрессоров, экспериментального определения индикаторной диаграммы, а также внешних характеристик компрессоров (поршневой, винтовой).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Объемные компрессоры холодильных машин» относится к дисциплинам вариативной части и формирует у бакалавров по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, проектной, организационно-управленческой и монтажно-наладочной видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Объемные компрессоры холодильных машин» по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» бакалавр должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- Математика;
- Физика;
- Начертательная геометрия и инженерная графика;
- Материаловедение и технология конструкционных материалов;

- Основы проектирования;
- Стандартизация и сертификация;
- Механика жидкости и газа;
- Термодинамика;
- Теория механизмов и машин;
- Теоретические основы холодильной техники;
- Криофизика.
- Низкотемпературная техника;

Дисциплина «Объемные компрессоры холодильных машин» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- Проектирование и эксплуатация холодильных установок;
- Регулирование и автоматизация холодильных установок;
- Монтаж и ремонт холодильных установок;
- Основы технологии машиностроения;
- Информационные технологии создания низкотемпературных установок;
- Безопасность жизнедеятельности.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Объемные компрессоры холодильных машин» могут быть использованы при прохождении производственной, преддипломной практики и выполнении выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика», профиль «Техника и физика низких температур».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Объемные компрессоры холодильных машин»

Выпускник, обучавшийся по направлению подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» в процессе и итоге изучения дисциплины «Объемные компрессоры холодильных машин» должен обладать следующими компетенциями:

ПК-1: способностью к участию в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик;

ПК-2: готовностью к участию в проведении физического и численного эксперимента, к подготовке соответствующих экспериментальных стендов.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

а) Типы, схемы и принципы работы различных типов объёмных компрессорных машин, а также области их эффективного использования;

б) понятия: объёмный компрессор, детандер, поршневой компрессор, винтовой компрессор, ротационный компрессор; спиральный компрессор, рабочая полость, рабочий процесс объёмного компрессора, индикаторная диаграмма, модель компрессора; техническая работа, холодопроизводительность, мощность, коэффициент подачи, КПД, характеристики компрессора, органы газораспределения, механизм движения объёмных компрессоров;

в) Конструкцию поршневых бескрейцкопфных и крейцкопфных компрессоров, винтовых, спиральных, а также других типов роторных компрессоров;

г) Методики тепловых расчётов различных типов и схем поршневых компрессоров;

д) Методику построения профиля роторного (винтового) компрессора, а также его теплового расчета;

2) Уметь:

- правильно выбрать тип и конструкцию машины на заданные параметры;
- выполнить тепловой, динамический и конструктивный расчеты компрессорной машины;
- спланировать и выполнить экспериментальные исследования по оценке основных энергетических и объёмных характеристик объёмной компрессорной машины.

3) Владеть:

а) методами экспериментального и расчетно-теоретического исследования объёмных компрессорных машин;

б) информацией о современном состоянии науки, зарубежном опыте в области расчета, конструирования и эксплуатации компрессорной техники;

в) методами безопасной работы на экспериментальных стендах компрессорной техники;

4. Структура и содержание дисциплины Б1.В.ОД.12

«Объемные компрессоры холодильных машин»

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Распределение времени, отведённого учебным планом направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» на изучение дисциплины «Объемные компрессоры холодильных машин» по видам занятий представлено в таблице 1.

Таблица 1– Распределение по видам занятий учебного времени дисциплины «Объемные компрессоры холодильных машин»

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение в предмет. Общие сведения о машинах объемного принципа действия	6	1	2	-	-	4/4*	Задания по практическим занятиям, реферат, тест
2	Термодинамические основы расчета компрессорных машин и экспериментальное определение характеристик	6	2-5	8	6	12	8/9*	Задания по практическим занятиям, реферат, тест
3	Динамический расчет поршневого компрессора. Уравновешивание компрессора	6	6-8	6	4	-	8/10*	Задания по практическим занятиям, реферат, тест
4	Клапаны поршневого компрессора.	6	9-10	4	2	-	8/10*	Задания по практическим занятиям, реферат, тест
5	Конструкции и основы конструирования поршневых компрессоров	6	11	2	8	-	10/10*	Задания по практическим занятиям, реферат, тест
6	Роторные компрессорные машины.	6	12-17	12	16	6	10/10*	Задания по практическим занятиям, реферат, тест
7	Основы математического моделирования рабочих процессов объемных компрессоров	6	18	2	-	-	6/10*	Задания по практическим занятиям, реферат, тест
	Итого:			36	36	18	54/63*	Экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам

(с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий)

Содержание лекционных занятий по темам представлено в таблице 2.

Таблица 2 - Содержание и темы лекционных занятий по дисциплине «Объемные компрессоры холодильных машин»

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	Введение в предмет. Общие сведения о машинах объемного принципа действия	2	1. Компрессоры объемного принципа действия, классификация, области применения	Принцип объемного и динамического способа сжатия газа, назначение компрессоров, типы, области применения, преимущества и недостатки различных типов компрессоров в их сравнении	ПК-1
2	Термодинамические основы расчета компрессорных машин и экспериментальное определение характеристик	2	2. Идеальная и теоретическая ступень объемной компрессорной машины	Индикаторная диаграмма идеальной ступени компрессора. Описанный объем, производительность, техническая работа. Частные случаи термодинамического процесса сжатия. Индикаторные диаграммы теоретических ступеней.	ПК-1
		2	3. Действительная ступень объемной машины: индикаторная диаграмма, коэффициент подачи	Особенности работы действительной ступени. Индикаторная диаграмма действительной компрессорной ступени. Производительность реальной ступени компрессора, коэффициент подачи, его составляющие.	ПК-1 ПК-2
		2	4. Мощность, КПД действительной ступени объемной машины. Характеристики компрессора.	Индикаторная, эффективная, механическая мощности компрессора, коэффициент полезного действия. Виды КПД (индикаторный, эффективный, механический). Характеристики компрессора.	ПК-1 ПК-2

1	2	3	4	5	6
		2	5. Многоступенчатое сжатие газа.	Причины перехода к многоступенчатому сжатию. Теоретический цикл многоступенчатого компрессора, распределение давлений по ступеням. Выбор количества ступеней реального многоступенчатого компрессора. Работа многоступенчатого сжатия.	ПК-1 ПК-2
3	Динамический расчет поршневого компрессора. Уравновешивание компрессора	2	6. Силы в поршневом компрессоре, динамический расчет поршневого компрессора	Эквивалентный КШМ ПК. Эквивалентные массы. Силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме при возвратно-поступательном и вращательном движении.	ПК-1
		2	7. Уравновешивание сил инерции поршневого компрессора, примеры схем.	Уравновешивание вращательного и возвратно-поступательного движения на примерах схем вертикального, горизонтального оппозитного, V-образного компрессора, W-образного компрессора, одного и двухрядного.	ПК-1
		2	8. Сглаживание неравномерности вращения коленвала. Маховик	Неравномерность вращения, допустимая величина. Маховик, определение момента инерции, махового момента.	ПК-1
4	Клапаны поршневого компрессора.	2	9. Клапаны поршневого компрессора. Типы, назначение, газодинамический расчет	Типы самодействующих клапанов компрессора, преимущества и недостатки различных типов клапанов, особенности конструкции клапанных узлов. Газодинамический расчет клапана компрессора	ПК-1
		2	10. Потери мощности в клапанах	Расчет потерь мощности в клапанах на основе моделирования потерь.	ПК-1
5	Конструкции и основы конструирования поршневых компрессоров	2	11. Конструкции поршневых одно- и многоступенчатых компрессоров	Основные конструктивные схемы поршневых компрессоров основные элементы конструкции: поршни, цилиндры, система смазки, клапанные узлы	ПК-1

1	2	3	4	5	6
6	Роторные компрессорные машины	2	12. Особенности роторных компрессорных машин, преимущества и недостатки по сравнению с ПК. Внешнее, внутреннее сжатие газа в роторных компрессорах.	Компрессорные машины с внешним и внутренним сжатием газа. Область применения. Особенности протекания рабочих процессов, индикаторная диаграмма, мощность, теоретический КПД. Области применения роторных машин, режимы работы. Винтовые компрессоры.	ПК-1
		2	13. Машина внешнего сжатия – нагнетатель Рутс	Нагнетатель Рутс, конструкция, принцип внешнего сжатия, индикаторная диаграмма, теоретический адиабатный КПД, преимущества и недостатки внешнего сжатия, область применения	ПК-1
		2	14. Винтовые компрессоры, конструктивная схема, рабочий процесс, типы, три режима работы ВК	Внутреннее сжатие газа в винтовом компрессоре, конструкция, принцип действия винтового компрессора, типы ВК, их особенности	ПК-1 ПК-2
		2	15. Профили роторов винтового компрессора	Теоретические и действительные профили роторов ВК, требования к профилям. Основы построения теоретического профиля. Симметричный циклоидальный и окружной профиль. Ассиметричный профиль СКБК.	ПК-1
		2	16. Тепловой расчет винтового маслозаполненного компрессора, характеристики компрессора	Тепловой расчет винтового маслозаполненного компрессора, характеристики компрессора	ПК-1
		2	17. Спиральные компрессоры, ротационно-пластинчатые холодильные компрессоры	Устройство, принцип действия спирального компрессора, типы профилей спиралей, характеристики компрессора. Устройство, схема, конструкция ротационно-пластинчатого компрессора, область применения	ПК-1

1	2	3	4	5	6
7	Основы математического моделирования рабочих процессов объемных компрессоров	2	18. Основы математического моделирования рабочих процессов объемных компрессоров	Математическая модель, допущения модели, Базовые уравнения модели и их преобразования.	ПК-1 ПК-2
	Итого:	36			

6. Содержание практических занятий

Учебным планом направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» предусмотрено проведение практических занятий по дисциплине «Объемные компрессоры холодильных машин» для студентов очной формы обучения.

Цель проведения практических занятий – закрепление теоретического (лекционного) материала и выработка умения:

- проведения теплового расчета поршневого компрессора, определения параметров рабочей полости;
- конструирования клапанных узлов (клапанов) поршневого компрессора на заданную производительность;
- проведения динамического расчета поршневого компрессора, определения сил и масс противовесов, а также момента инерции маховика;
- обоснованного выбора схемы компрессора, его конструкции и системы смазки;
- выбора базы винтового компрессора из типоразмерного ряда, проведение основных расчетов рабочей полости;
- провести расчет теоретического профиля винтового компрессора;
- экспериментально определять внешние характеристики объемного компрессора (производительность, мощность, КПД);
- определять индикаторные параметры компрессора на основе математического моделирования и экспериментальной индикаторной диаграммы.

Режим проведения практических занятий – каждую неделю по 2 часа. Общая продолжительность практических занятий и их распределение по отдельным темам согласно тематике лекционного курса представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание практических занятий по дисциплине «Объемные компрессоры холодильных машин»

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	2	2	Определение числа цилиндров, геометрических параметров рабочей полости холодильного поршневого компрессора	Определение числа цилиндров, геометрических параметров рабочей полости холодильного поршневого компрессора на заданные холодопроизводительность, хладагент и температурный режим	ПК-1
2	2	4	Многоступенчатое сжатие в газовом компрессоре	Многоступенчатое сжатие в газовом компрессоре, сжимающем бинарную смесь: определение межступенчатых давлений, описанных объемов, диаметров по ступеням, мощности	ПК-1
3	5	4	Конструкция холодильных и газовых поршневых компрессоров, их основные узлы и детали	Рассмотрение конструкций поршневых компрессоров на натуральных образцах и графической документации	ПК-1
4	5	4	Определение геометрических размеров и массы поршня, шатуна	Определение геометрических размеров поршня, шатуна и 3D-построение шатунно-поршневой группы компрессора, определение масс поршня, шатуна	ПК-1
5	3	4	Динамический расчет поршневого компрессора, построение диаграмм поршневых сил, определение индикаторной мощности, расчет противовесов	Динамический расчет поршневого компрессора, построение диаграмм поршневых сил, тангенциальных сил, действующих на шейку коленвала, диаграммы крутящего момента на коленвале, определение индикаторной мощности, расчет противовесов	ПК-1
6	4	2	Конструирование и расчет клапанной группы холодильного поршневого компрессора	Конструирование и расчет клапанной группы холодильного поршневого компрессора, определение потерь мощности в клапанах	ПК-1

1	2	3	4	5	6
7	6	4	Винтовые компрессоры и компрессорные агрегаты: схемы, конструкция, типы. Особенности холодильных компрессоров	Изучение схем конструкций винтовых компрессоров и агрегатов на их базе	ПК-1
8	6	4	Типы профилей винтового компрессора, построение ассиметричного профиля МВК	Построение ассиметричного профиля ведомого ротора ВК на заданные параметры ведущего ротора	ПК-1
9	6	4	Тепловой расчет холодильного маслозаполненного винтового компрессора на заданные холодопроизводительность и температурный режим	Определение базы винтового холодильного компрессора на заданные исходные параметры цикла	ПК-1
10	6	4	Спиральные и ротационно-пластинчатые компрессоры, конструкция, расчет объема рабочей полости на заданные параметры, силы, действующие на рабочие элементы	На заданные основные параметры спирали построить профиль спирали, определить теоретическую производительность. На заданную производительность определить геометрические параметры ротационно-пластинчатого	ПК-1
	Итого:	36			

7. Содержание лабораторных занятий

Учебным планом направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Объемные компрессоры холодильных машин» и их общая продолжительность, а также распределение по отдельным темам согласно тематике лекционного курса представлены в таблице 4.

Цель проведения лабораторных занятий – закрепление теоретического (лекционного) материала и выработка умения:

- освоение методик экспериментального определения характеристик поршневого и винтового компрессора – производительности, мощности, КПД;
- освоение методики экспериментального определения индикаторной диаграммы и индикаторных параметров компрессора;
- изучение конструкции винтового маслозаполненного и спирального компрессора.

Режим проведения лабораторных занятий – один раз в неделю по 4 часа. Темы и содержание лабораторных занятий представлены в таблице 4.

№ п/п	Раздел	Часы	Наименование лабораторного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	2	4	Характеристики поршневого компрессора	Экспериментальное определение характеристик поршневого компрессора	ПК-1, ПК-2
2	2	4	Индицирование поршневого компрессора	Экспериментальное определение индикаторной диаграммы ПК, индикаторной мощности, КПД, индикаторного коэффициента всасывания	ПК-2 ПК-1
3	6	4	Характеристики винтового маслозаполненного компрессора	Экспериментальное определение характеристик маслозаполненного винтового компрессора	ПК-2 ПК-1
4	2	4	Влияние промежуточного охлаждения газа в двухступенчатом компрессоре на его эффективность	Двухступенчатый поршневой компрессор, определение влияния межступенчатого охлаждения газа на эффективность компрессора	ПК-2 ПК-1
5	6	2	Практическое изучение конструкции маслозаполненного винтового компрессора, спирального холодильного компрессора	Практическое изучение и рассмотрение конструкции малогабаритного винтового компрессора, спирального компрессора отечественного и иностранного производства, эскизирование основных деталей.	ПК-1
Итого		18			

8. Курсовая работа

Учебным планом направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» выполнение курсовой работы по дисциплине «Объемные компрессоры холодильных машин» **не предусматривается.**

9. Курсовой проект

Учебным планом направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» выполнение курсовой работы по дисциплине «Объемные компрессоры холодильных машин» **не предусматривается.**

10. Самостоятельная работа бакалавра

Общая продолжительность самостоятельной работы обучающихся (СРС), предусмотренная учебным планом направления 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» по дисциплине «Объемные компрессоры холодильных машин», а также распределение учебного времени по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

СРС включает следующие виды работ:

а) изучение лекционного и дополнительного теоретического материала, написание рефератов по некоторым разделам;

б) подготовка к практическим занятиям;

в) оформление отчётов по практическим занятиям;

По результатам осуществления СРС применяются следующие виды контроля:

а) предварительный (корректирующая функция) – подготовка к практическим занятиям в форме устного опроса;

б) текущий (корректирующая функция) – усвоение лекционного материала в форме устного опроса и проверки качества ведения конспекта;

в) итоговый (констатирующая функция).

Развернутая схема внеаудиторной работы студентов с указанием форм деятельности и соответствующих им форм контроля результатов, а также примерного времени, затрачиваемого студентом на выполнение различных видов работ (включая подготовку к занятиям), и ссылок на рекомендуемые источники информации представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Планируемое содержание СРС при изучении дисциплины «Объемные компрессоры холодильных машин»

Задания и темы, выносимые на самостоятельную работу	Время на подготовку, час	Форма СРС*	Компетенции
1	2	3	6
Тема: <i>Компрессорные машины объемного принципа действия</i> Задание: Основные типы объемных компрессоров, их конструктивные особенности, области применения	4/4*	Проработка теоретического материала, конспектирование (реферат, презентация)	ПК-1
Тема: <i>Термодинамические основы расчета компрессорных машин</i> Задание: 1. Действительная ступень объемной машины: индикаторная диаграмма, коэффициент подачи. 2. Мощность, КПД действительной сту-	8/9*	Проработка теоретического материала, реферат (конспект)	ПК-1

пени объемной машины. Характеристики холодильного компрессора. 3. Двух и многоступенчатое сжатие, производительность, мощность, КПД компрессора			
<u>Тема:</u> Динамический расчет поршневого компрессора. Уравновешивание <u>Задание:</u> Силы в поршневом компрессоре. Крутящий момент на валу. Уравновешивание различных схем поршневых компрессоров: V, W, VV-образные, оппозитная схема	8/10*	Проработка теоретического материала, конспект (реферат, презентация)	ПК-1
<u>Тема:</u> Клапаны поршневого компрессора. Типы, назначение, газодинамический расчет <u>Задание:</u> Основные типы клапанов холодильных и газовых компрессоров различной производительности, их газодинамический расчет и моделирование	8/10*	Проработка теоретического материала, конспектирование (реферат, презентация)	ПК-1
<u>Тема:</u> Конструкции поршневых одно- и многоступенчатых компрессоров. <u>Задание:</u> Особенности конструкции поршневых компрессоров в зависимости от их производительности и конечного давления	10/10*	Проработка теоретического материала, реферат, презентация	ПК-1
<u>Тема:</u> Роторные объемные компрессоры <u>Задание:</u> Конструкции, выпускаемые серии нагнетателей типа Рутс, их характеристики, области применения Винтовые компрессоры фирм Howden, SRM, GEA, особенности конструкции, характеристики, области применения Компрессорные агрегаты на базе винтовых компрессоров Спиральные компрессоры фирм Danfoss, Copeland, Bitzer Расчет винтового компрессора	10/10*	Проработка материала от производителей, конспектирование	ПК-1
<u>Тема:</u> Основы математического моделирования рабочих процессов объемных компрессоров <u>Задание:</u> Общий вид математической модели рабочего процесса объемного компрессора Определение интегральных характеристик компрессора по мат модели Описание притечек-утечек из рабочей полости при моделировании роторного компрессора	6/10*	Проработка теоретического материала, написание реферата (конспекта)	ПК-1, ПК-2

Описание тепло и массообмена с впрыскиваемой жидкостью в маслозаполненных ВК			
ИТОГО:	54/63*		

11.Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины Б1.В.ОД.12 «Объемные компрессоры холодильных машин» предусматривается использование рейтинговой системы оценки знаний.

Рейтинг формируется по семестрам на основании текущего и промежуточного контроля, в соответствии с «Положением о балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» (Утвержденного решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол №7 от 04.09.2017).

При определении рейтинга контролируется как текущая работа студента в течение семестра ($R_{\text{сем}}$), так и знания, показанные на экзамене ($R_{\text{экз}}$). Итоговый рейтинг по дисциплине выставляется как сумма $R = R_{\text{сем}} + R_{\text{экз}}$.

Значение текущего рейтинга по дисциплине выставляется преподавателем при выполнении всех контрольных точек и заданий, исходя из максимальной оценки 60 баллов. Текущая работа на занятиях оценивается по следующим критериям:

1. Посещение лабораторных и практических занятий.
2. Работа на лабораторных и практических занятиях.
3. Отчёты по работам, выполняемым на практических занятиях.
4. Выполнение задание самостоятельной работы и сдача отчета в форме реферата, конспекта преподавателю.
5. Проработка темы и выступление на конференции с докладом, либо чтение пробной лекции перед потоком студентов (поощрительные баллы).
6. Коллоквиум по дисциплине в виде теста (в конце 6-го семестра итоговый контроль).

Таблица 6 – Начисляемые баллы за отдельные виды учебной деятельности по дисциплине «Объемные компрессоры холодильных машин»

Вид контроля	Правила начисления баллов	Максимальная сумма баллов	Минимальная сумма баллов
1	2	3	4
Посещение и работа на практических занятиях (по 2 часа в неделю, всего 18 занятий)	По 0,5 балла за работу на занятии.	$0,5 \times 18 = 9$	$0,25 \times 10 = 2,5$
Работа над заданием по теме практического занятия (10 тем занятий)	По 1,0 балла за каждую работу сданную до зачётной сессии.	$1 \times 10 = 10$	$1 \times 5 = 5$
Посещение и работа на лабораторных занятиях (по 4 часа в неделю, всего 4 недели + одно занятие 2 часа)	По 1,0 балла в неделю.	$1 \times 5 = 5$	$0,5 \times 5 = 2,5$
Работа над заданием по теме лабораторной работы (5 темы работ)	По 3 балла за каждую работу сданную до сессии.	$3 \times 4 = 12$	$3 \times 3 = 9$
Рефераты по 7 разделам дисциплины	По 2 балла за каждый рассмотренный раздел	$2 \times 7 = 14$	$2 \times 6 = 12$
Тест по конструкции объемных компрессоров	10 баллов (отл) – 23 правильных ответа, 5 баллов (удвл.) – 12 правильных ответов	10	5
Всего		60	36

Если рейтинг за текущую работу $R_{сек} < 36$ баллов студент к экзамену не допускается. Возможна дополнительная сдача (пересдача) контрольных точек в дополнительные сроки, согласованные с деканатом.

Рейтинг за экзамен выставляется в диапазоне 24 – 40 баллов. Оценивается понимание сути вопроса, умение самостоятельно дать исчерпывающий ответ с графическими построениями (схемы процессов, циклов), исходными положениями и расчетными уравнениями, мат. выкладками, объяснением получаемого результата. Экзамен считается сданным, если студент набрал не менее 24 баллов, в противном случае учебный план по

дисциплине не выполнен. Характеристика ответа на экзамене и интервал баллов рейтинга приведены в следующей таблице.

Характеристика ответа на экзамене	Интервал баллов рейтинга
Ответ развернутый, полный, дан самостоятельно, студент разбирается в сути вопросов, дает полный анализ рассматриваемого вопроса. Выводы обоснованные, ответ сопровождается схемами, графиками, математическими зависимостями, примерами.	35...40
Ответы на поставленные вопросы излагаются систематизированно и последовательно. Материал в целом усвоен. Демонстрируется умение анализировать материал, имеется понимание взаимосвязей между явлениями и процессами, знание основных закономерностей. Однако ответ в деталях недостаточно полный, но с учетом наводящих вопросов и незначительной помощи преподавателя студент дает правильный ответ.	30...34
Ответ неполный, допущены ошибки в некоторых уравнениях (схемах), формулировки недостаточно четкие, но при рассмотрении дополнительных вопросов студент дает в целом правильные ответы. Имеется понимание студентом сущности основных процессов.	24-29
Ответ отсутствует или принципиальные ошибки в ответе, причем при задавании наводящих вопросов студент не ориентируется в предмете.	Менее 24

Общая оценка по дисциплине по четырехбалльной системе выставляется в соответствии с суммарным рейтингом, в соответствии со следующей таблицей:

Интервал баллов рейтинга	Оценка
$0 < R < 60$	«Неудовлетворительно» (2)
$60 \leq R < 73$	«Удовлетворительно» (3)
$73 \leq R < 87$	«Хорошо» (4)
$87 \leq R \leq 100$	«Отлично» (5)

Итоговый тест по дисциплине состоит из 25 вопросов, время выделяемое на тестирование – 45 мин. Критерии оценивания теста: максимум 10 баллов – 23 правильных ответа, зачетный минимум – 5 баллов (12 правильных ответов).

12. Информационно–методическое обеспечение дисциплины

а) Основная литература

При изучении дисциплины «Объемные компрессоры холодильных машин» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<i>Основные источники информации</i>	<i>Кол-во экз.</i>
1.. Поршневые компрессоры. Том 1. Теория и расчет [Электронный ресурс] / Пластилин П.И. - 3-е изд., доп. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений)- 711 с.. ISBN 5-9532-0428-0.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5953204280.html Доступ из любой точки интернета после регистрации по IP адресу КНИТУ
2. Поршневые компрессоры. Том 2. Основы проектирования. Конструкции [Электронный ресурс] / Пластилин П.И. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб.заведений). ISBN 978-5-9532-0228-8.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953202288.html Доступ из любой точки интернета после регистрации по IP адресу КНИТУ
3. Насосы, вентиляторы, компрессоры [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Дячек П.И. - М. : Издательство АСВ, 2013. - 432 с. - ISBN 978-5-93093-784-8.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937848.html Доступ из любой точки интернета после регистрации по IP адресу КНИТУ
4. Ибраев, А. М. Теоретические основы холодильной техники [Учебники] : учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 16.03.03 "Холодильная, криогенная техника и сист. жизнеобеспечения" / А.М. Ибраев, М.С. Хамидуллин, И.Г. Хисамеев ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т, Казанский завод точного машиностроения .— Казань : Слово, 2016 .— 220, [2] с.	176 экз. в УНИЦ КНИТУ

б) Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

<i>Дополнительные источники информации</i>	<i>Количество экземпляров</i>
5. Михайлов, А.К. Компрессорные машины [Учебники] : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. "Техника и физика низких температур" .— М. : Энергоатомиздат, 1989 .— 286, [2] с. : ил., табл.	14 экз. в УНИЦ КНИТУ

<i>Дополнительные источники информации</i>	<i>Количество экземпляров</i>
6. Хисамеев, И. Г. Двухроторные винтовые и прямозубые компрессоры: Теория, расчет и проектирование / И. Г. Хисамеев, В. А. Максимов ; АН Республики Татарстан. — Казань: Фэн, 2000. — 638 с.	201 экз. в УНИЦ КНИТУ
7. Холодильные компрессоры : Справочник. — М. : Легкая и пищ. пром-сть, 1981. — 279 с. : ил. — Библиогр.: с.276. Предм. указ.: с.277.	106 экз. в УНИЦ КНИТУ
8. Френкель, М. И. Поршневые компрессоры : Теория конструкции и основы проектирования. — 3-е изд., перераб. и доп. — Л. : Машиностроение, 1969. — 743 с.	173 экз. в УНИЦ КНИТУ
9. Поспелов, Г. А. Объемные компрессоры [Учебники] : атлас конструкций : учеб. пособие для студ. маш. спец. вузов / под общ. ред. Г. А. Поспелова. — М.: Машиностроение, 1994. — 120 с.	87 экз. в УНИЦ КНИТУ
10. Сакун, И. А. Винтовые компрессоры : основы теории, расчет, конструкция. — 2-е изд., перераб. и доп. — Л. : Машиностроение, 1970. — 399.	35 экз. в УНИЦ КНИТУ
11. Холодильные машины [Учебники] : Учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. "Техника и физика низких температур" / Под ред. Л. С. Тимофеевского. — СПб. : Политехника, 1997. — 992 с.	69 экз. в УНИЦ КНИТУ
12. Ибраев, А. М. Теоретические основы холодильной техники [Монографии] [Электронный ресурс] : монография / А. М. Ибраев, А. А. Сагдеев; Нижнекамск. хим.-технол. ин-т (фил.) Казан. нац. исслед. технол. ун-та. — Нижнекамск, 2012. — 124 с.	В ЭБ УНИЦ http://ft.kstu.ru/ft/Ibraev-teoreticheskie_osnovy_kholodilnoi_tekhniki.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
13. Поршневые компрессоры [Учебники] : Учеб. пособие для студ. по спец. "Холодильные и компрессорные машины и установки" / Под общ. ред. Б. С. Фотина. — Л. : Машиностроение, 1987. — 372 с.	11 экз. в УНИЦ КНИТУ

в) Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Объемные компрессоры холодильных машин» предусмотрено использование следующих электронных источников информации:

Прикладной пакет для построения и расчёта циклов холодильных машин Refrigeration Utilities.

Форум интернет-журнала http://www.holodilshchik.ru/index_holodilshchik_issue_3_2007_TNT.htm

ЭК УНИЦ КНИТУ: ruslan.kstu.ru

ЭБ УНИЦ КНИТУ: <http://ft.kstu.ru/ft/>

ЭБС «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru/>

Согласовано:



13. Материально-техническое обеспечение дисциплины «Объемные компрессоры холодильных машин»

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины «Объемные компрессоры холодильных машин» используются следующие средства для проведения занятий.

1. Лекционные занятия:

- а) раздаточные материалы в виде рисунков, схем, чертежей конструкций и т.д. по теме лекции;
- б) аудитория, оснащенная презентационной техникой: проектор, экран, ноутбук.

2. Практические занятия:

- а) презентационная техника: проектор, экран, ноутбук;
- б) раздаточные материалы в виде рисунков, схем, чертежей конструкций и т.д. по теме.

3. Лабораторные занятия:

- а) установки для проведения лабораторных работ на кафедре ХТиТ, включающие установку для определения характеристик поршневого компрессора, на базе воздушного компрессора KB-75; компрессорную установку ВВ-2/9 с винтовым маслозаполненным компрессором; экспериментальный стенд с винтовым компрессором сухого сжатия; двухступенчатый поршневой компрессорный агрегат на 1,1 МПа с промежуточным охлаждением;
- б) натурные образцы поршневых герметичных, сальниковых и бессальниковых компрессоров типа ФУБС24, ФВ6, Bitzer, винтовых компрессоров ВХ-350, ВВ-2/9, спиральных компрессоров, плакаты к ним.
- в) оборудование для измерения и контроля физических параметров при определении характеристик компрессоров.
- г) наборы ключей и инструментов, необходимых для сборки-разборки компрессоров при изучении их устройства и конструкции.

4. Прочее:

- а) рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.
- б) чертежи и спецификации компрессорного оборудования, выдаваемые студентам на время изучения дисциплины.
- в) рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

14. Образовательные технологии

При изучении конструкции и принципа действия компрессорных машин объемного принципа действия (поршневых, роторных винтовых, спиральных и др.) используются презентации, анимационные ролики, видеосюжеты, демонстрирующие их принцип действия, а также ролики производителя и организаций эксплуатирующих установки.

Занятия лекционного типа в объеме 9 аудиторных часов и практические в объеме 12 аудиторных часов проводятся с применением интерактивных форм обучения.

Общий объем с использованием интерактивных форм обучения при изучении дисциплины «Объемные компрессоры холодильных машин» составляет 21 час. К применяемым интерактивным формам обучения относятся использование учебных роликов, учебные групповые дискуссии, проведение презентаций, мастер-классы. При выполнении заданий СРС рекомендуется студентам использовать материалы, представленные в виде электронного контента в сети интернет в режиме свободного доступа.