

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**  
**(ФГБОУ ВО «ВГУИТ»)**

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. проректора по учебной работе  
проф. Василенко В.Н.

\_\_\_\_\_

«\_30\_»\_мая\_\_\_\_\_2024\_г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**  
**РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ**

Направление подготовки

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

Направленность (профиль)

Инженерия промышленных комплексов, холодильные и криогенные системы  
Квалификация выпускника

**бакалавр**

---

Воронеж

## 1. Цель и задачи дисциплины

**Целью освоения дисциплины** «Расчет и конструирование холодильных машин и агрегатов» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности, в сфере разработки систем кондиционирования воздуха и холодильной техники, их внедрения и сервисно - эксплуатационного обслуживания.

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующих типов:

- проектно-конструкторский;
- производственно-технологический;

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» (уровень образования - бакалавр).

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

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-6	Способен проводить расчеты, необходимые для разработки элементов и узлов систем холодоснабжения	ИД1 <sub>ПКв-6</sub> – определяет основные показатели элементов и узлов систем холодоснабжения
			ИД2 <sub>ПКв-6</sub> – проводит прочностные расчеты элементов и узлов систем холодоснабжения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 <sub>ПКв-6</sub> – определяет основные показатели элементов и узлов систем холодоснабжения	Знает: основные показатели элементов и узлов систем холодоснабжения.
	Умеет: подготавливать технические задания на разработку элементов и узлов систем холодоснабжения.
	Владеет: методами проверки технического задания стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
ИД2 <sub>ПКв-6</sub> – проводит прочностные расчеты элементов и узлов систем холодоснабжения	Знает: общие принципы и правила расчета элементов и узлов систем холодоснабжения.
	Умеет: проводить прочностные расчеты элементов и узлов систем холодоснабжения.
	Владеет: навыками прочностных расчетов элементов и узлов систем холодоснабжения с использованием современных средств автоматизированного проектирования.

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Дисциплина «Расчет и конструирование холодильных машин и агрегатов» относится к части Блока 1 «Дисциплины/модули», формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы по направлению подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (уровень образования – бакалавриат).

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: математика; физика; компьютерная и инженерная графика; теоретическая механика; техническая механика; теория машин и механизмов; теоретические основы холодильной техники и низкотемпературные машины; технология конструкционных материалов; метрология, стандартизация и сертифи-

кация; основы проектирования низкотемпературных систем; основы технологии машиностроения; холодильная техника в отраслях АПК.

Дисциплина «Расчет и конструирование холодильных машин и агрегатов» является предшествующей для освоения дисциплин: монтаж холодильного оборудования; эксплуатация и ремонт холодильных установок; основы безопасной эксплуатации холодильных установок; для проведения преддипломной практики, выполнения выпускной квалификационной работы.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет **8** зачетных единиц.

Виды учебной работы	Всего акад. ч.	Распределение по семестрам, акад. ч.	
		7	8
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>288</b>	<b>180</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т. ч. аудиторные занятия:</b>	<b>112,5</b>	<b>63,7</b>	<b>48,8</b>
Лекции	44	30	14
в том числе в форме практической подготовки	-	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	14	-	14
в том числе в форме практической подготовки	14	-	14
Практические занятия (ПЗ)	48	30	18
в том числе в форме практической подготовки	48	30	18
Консультации текущие	2,2	1,5	0,7
Консультация перед экзаменом	2	2	-
Контроль и прием курсового проекта	2	-	2
Виды аттестации: экзамен; зачет	0,3	0,2	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>141,7</b>	<b>82,5</b>	<b>59,2</b>
Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	6	-	6
Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	40	34	6
Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	43,7	36,5	7,2
Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	16	12	4
Курсовой проект:	36	-	36
выполнение расчетов для курсового проекта	10	-	10
оформление текста курсового проекта	8	-	8
выполнение сборочного чертежа	8	-	8
выполнение рабочих чертежей деталей	10	-	10
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>33,8</b>	<b>33,8</b>	-

**5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (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.
7 семестр			
1	Введение. Классификация холодильного оборудования.	Цель и задачи дисциплины. Необходимость повышения качества, производительности, эффективности, экономичности, эксплуатационной надежности и безопасности конструкций холодильных машин и агрегатов.	22
2	Выбор материала и влияние его свойств на конструкцию холодильных машин и аппаратов, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Требования к материалам. Основные характеристики материалов, учитываемые при конструировании. Особенности прочностных расчетов при действии низких и высоких температур. Влияние вида нагружения, режима эксплуатации на прочностные характеристики материалов.	22
3	Основы методологии проектирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Прогнозирование конструкций холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения. Основы системного анализа. Проектирование оптимальных конструкций холодильных машин и агрегатов. Применение САПР при конструировании холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	22
4	Единая система конструкторской документации.	Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Виды и комплектность конструкторских документов. Стадии разработки конструкторских документов.	22
5	Общие принципы конструирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.	Основные требования, предъявляемые к конструированию холодильных машин и агрегатов. Методика и принципы конструирования. Способы упрочнения материалов. Жесткость конструкции. Факторы, определяющие жесткость конструкции. Конструктивные способы повышения жесткости.	22
6	Основы теории производительности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Производительность холодильных машин и агрегатов. Виды производительности: теоретическая, действительная, технологическая. Коэффициент использования машины. Коэффициент непрерывности работы.	22
7	Основы квалиметрии и теории надежности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.	Понятие квалиметрии. Система показателей качества машин и агрегатов. Теория надежности холодильных машин и агрегатов. Надежность в различные периоды эксплуатации холодильных машин и агрегатов. Общие направления повышения надежности оборудования. Прогнозирование уровня надежности функционирования оборудования.	22
8	РиК поршневых холодильных машин и агрегатов.	Поршневые машины. Назначение и область применения. Основы расчета. Выбор параметров машин. Конструктивные схемы. Схематизация сил, действующих на элементы машин. Расчет и конструирование основных узлов и деталей (поршней, шатунов, коленчатых валов и т.п.).	26
8 семестр			
9	РиК ротационных холодильных машин и агрегатов.	Ротационные машины. Назначение и область применения. Механический критерий прочности роторов. Расчет и конструирование ротационных машин с катящимся и вращающимся ротором.	14
10	РиК винтовых холодильных машин и агрегатов.	Винтовые машины. Назначение и область применения. Основы расчета. Выбор параметров машин. Конструктивные схемы. Схематизация сил, действующих на элементы машин. Расчет и конструирование основных узлов и деталей.	14
11	РиК спиральных холодильных машин и агрегатов.	Спиральные машины. Назначение и область применения. Основы расчета. Выбор параметров машин. Конструктивные схемы. Схематизация сил, действующих на элементы машин. Расчет и конструирование основных узлов и деталей.	14
12	РиК теплообменных аппаратов холодильных машин и агрегатов.	Тепловые взаимодействия. Конструктивные способы уменьшения термических напряжений. Температурно независимое центрирование. Расчет и конструирование конденсаторов и испарителей. Особенности расчета воздухоохладителей.	14
13	РиК аппаратов, ра-	Расчет оболочек. Нормативная документация на расчет и	14

	ботающих под давлением.	конструирование емкостного оборудования. Определение оптимальных размеров аппаратов. Определение толщины стенки тонкостенного цилиндрического аппарата, работающего под внутренним давлением. Расчет сопряжений элементов аппаратов методом сил и методом деформаций.	
14	РиК элементов арматуры холодильных, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Особенности инженерного метода расчета элементов аппаратов, работающих под внешним давлением. Расчет на устойчивость аппаратов различной длины. Расчет фланцевых соединений.	14
15	Виброзащита холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Способы снижения вибрации оборудования. Уравновешивание машин. Балансировка роторов. Виброизоляция. Расчет и конструирование виброизоляторов. Способы виброизоляции и динамическое виброгашение.	14
16	Методы исследований. Заключение	Экспериментальные исследования холодильных машин и агрегатов. Применение различных методов исследования основных характеристик холодильных машин и агрегатов. Разработка предложений по совершенствованию исследуемых узлов холодильных машин и агрегатов.	10

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ПЗ, ак. ч	ЛР, ак. ч	СРО, ак. ч
<b>7 семестр</b>					
1	Введение. Классификация холодильного оборудования.	2	2	-	10
2	Выбор материала и влияние его свойств на конструкцию холодильных машин и аппаратов, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	4	2	-	10
3	Основы методологии проектирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	4	4	-	10
4	Единая система конструкторской документации.	4	4	-	10
5	Общие принципы конструирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.	4	4	-	10
6	Основы теории производительности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	4	4	-	10
7	Основы квалиметрии и теории надежности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.	4	4	-	10
8	РиК поршневых холодильных машин и агрегатов.	4	6	-	12,5
<b>8 семестр</b>					
9	РиК ротационных холодильных машин и агрегатов.	2	2	2	8
10	РиК винтовых холодильных машин и агрегатов.	2	2	2	8
11	РиК спиральных холодильных машин и агрегатов.	2	2	2	8
12	РиК теплообменных аппаратов холодильных машин и агрегатов.	2	2	2	8
13	РиК аппаратов, работающих под давлением.	2	4	2	8
14	РиК элементов арматуры холодильных, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	2	2	2	8
15	Виброзащита холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	1	2	1	8
16	Методы исследований. Заключение.	1	2	1	3,2

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
7 семестр			

1	Введение. Классификация холодильного оборудования.	Цель и задачи дисциплины. Необходимость повышения качества, производительности, эффективности, экономичности, эксплуатационной надежности и безопасности конструкций холодильных машин и агрегатов, снижение их материалоемкости и стоимости на единицу мощности (производительности).	2
2	Выбор материала и влияние его свойств на конструкцию холодильных машин и аппаратов, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Требования к материалам. Основные характеристики материалов, учитываемые при конструировании. Особенности прочностных расчетов при действии низких и высоких температур. Влияние вида нагружения, режима эксплуатации на прочностные характеристики материалов. Механика разрушения материалов. Учет влияния коррозии. Коэффициенты запаса прочности. Анизотропия. Фактор времени и оценка долговечности. Механические характеристики металлов и сплавов, неметаллические материалы. Композитные материалы.	4
3	Основы методологии проектирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Прогнозирование конструкций холодильных машин и агрегатов. Процесс проектирования холодильных машин и агрегатов. Отработка конструкции машин на технологичность. Основы системного анализа. Схема решения многовариантных задач. Виды проектирования. Проектирование машин и системного подхода. Требования эксплуатации и производства, предъявляемые к конструкции машин. Выбор конструкторского варианта (формы, размеров, материала) детали на основе системного подхода. Установление точности и размеров деталей. Проектирование оптимальных конструкций холодильных машин и агрегатов. Применение САПР при конструировании холодильных машин и агрегатов.	4
4	Единая система конструкторской документации.	Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Классификационные группы стандартов ЕСКД. Виды изделий и их структура. Виды и комплектность конструкторских документов. Стадии разработки конструкторских документов.	4
5	Общие принципы конструирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.	Основные требования, предъявляемые к конструированию холодильных машин и агрегатов. Технологичность конструкции. Технологическая и конструктивная преемственность. Стандартизация и унификация. Виды и методы унификации. Типизация. Система показателей стандартизации и унификации. Ряды предпочтительных чисел, параметрические ряды. Методика и принципы конструирования. Материалоемкость и облегчение деталей и узлов. Основные направления снижения материалоемкости. Равнопрочность. Износоустойчивость и коррозионная стойкость деталей. Способы упрочнения материалов. Жесткость конструкции. Факторы, определяющие жесткость конструкции. Удельные показатели жесткости. Конструктивные способы повышения жесткости.	4
6	Основы теории производительности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Производительность холодильных машин и агрегатов. Виды производительности: теоретическая, действительная, технологическая. Коэффициент использования машины. Коэффициент непрерывности обработки.	4
7	Основы квалиметрии и теории надежности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.	Понятие квалиметрии. Качество конструкции холодильных машин и агрегатов и его составляющие. Система показателей качества машины. Теория надежности холодильных машин и агрегатов. Основные понятия и показатели надежности. Физика отказов. Законы состояния. Общие зависимости теории надежности. Надежность в различные периоды эксплуатации холодильных машин и агрегатов. Общие направления повышения надежности оборудования. Прогнозирование уровня надежности функционирования оборудования.	4
8	РиК поршневых холодильных машин и агрегатов.	Поршневые машины. Назначение и область применения. Основы расчета. Выбор параметров машин. Конструктивные схемы. Схематизация сил, действующих на элементы машин. Расчет и конструирование основных узлов и деталей (поршней, шатунов, коленчатых валов и т.п.).	4
8 семестр			
9	РиК ротационных холодильных машин и агрегатов.	Ротационные машины. Назначение и область применения. Механический критерий прочности роторов. Расчет и конструирование ротационных машин с катящимся и вращающимся ротором.	2
10	РиК винтовых холодильных машин и агрегатов.	Винтовые машины. Назначение и область применения. Основы расчета. Выбор параметров машин. Конструктивные схемы. Схематизация сил, действующих на элементы машин. Расчет и конструирование основных узлов и деталей.	2

11	РиК спиральных холодильных машин и агрегатов.	Спиральные машины. Назначение и область применения. Основы расчета. Выбор параметров машин. Конструктивные схемы. Схематизация сил, действующих на элементы машин. Расчет и конструирование основных узлов и деталей.	2
12	РиК теплообменных аппаратов холодильных машин и агрегатов.	Тепловые взаимодействия. Торможение смежности. Торможение формы. Тепловая прочность. Конструктивные способы уменьшения термических напряжений: тепловые буферы; температурные швы; применение осевых зазоров; обеспечение свободы температурным расширениям; расположение фиксирующих баз; компенсаторы тепловых расширений; изменение расположения деталей при нагреве; корректировка формы деталей. Температурно независимое центрирование. Расчет и конструирование конденсаторов и испарителей. Особенности расчета пластинчатых теплообменников.	2
13	РиК аппаратов, работающих под давлением.	Расчет оболочек. Безмоментная теория оболочек вращения. Изгиб цилиндрической оболочки при симметричном нагружении (моментная теория). Применение моментной теории к расчету сферических и конических оболочек. Конструирование и расчет типовых узлов оборудования, его цилиндрических, конических и эллиптических элементов. ГОСТы и нормативная документация на расчет и конструирование емкостного оборудования. Определение оптимальных размеров цилиндрического аппарата. Определение толщины стенки тонкостенного цилиндрического аппарата, работающего под внутренним давлением. Расчет сопряжений элементов аппаратов методом сил и методом деформаций.	2
14	РиК элементов арматуры холодильных, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Выбор формы днищ, крышек и заглушек. Укрепление отверстий в элементах аппаратов. Опоры, лазы и люки. Особенности инженерного метода расчета элементов аппаратов, работающих под внешним давлением. Расчет на устойчивость аппаратов различной длины. Расчет оболочек под действием наружного давления, осевых сил и изгибающих моментов. Кольца и ребра жесткости. Расчет толстостенных цилиндров. Фланцевые соединения: классификация фланцев и уплотнительных поверхностей фланцевых соединений. Расчет фланцевых соединений.	2
15	Виброзащита холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Способы снижения вибрации оборудования. Уравновешивание машин. Балансировка роторов. Поглотители колебаний. Виброизоляция. Определение основных параметров, необходимых для конструирования виброизоляторов. Расчет виброизоляции. Пути снижения виброактивности холодильных машин и агрегатов. Способы виброизоляции и динамическое виброгашение.	1
16	Методы исследований. Заключение.	Экспериментальные исследования холодильных машин и агрегатов. Применение тензометрического и поляризационно-оптического методов исследования действительных напряжений с использованием явления фотоупругости. Метод хрупких лаковых покрытий. Метод муаровых полос. Применение лазерной техники. Порядок проведения экспериментальных исследований: план, программа, подготовительные операции, проведение испытаний, обработка результатов исследования, выводы и отчет. Использование ЭВМ при анализе работы машин. Разработка предложений по совершенствованию исследуемых узлов холодильных машин и агрегатов.	1

## 5.2.2 Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. ч
7 семестр			
1	Введение. Классификация холодильного оборудования.	Расчет основных показателей технологичности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	2
2	Выбор материала и влияние его свойств на конструкцию холодильных машин и аппаратов, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Расчет прочностных свойств и выбор материала деталей и узлов холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	2
3	Основы методологии проектирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Прогнозирование конструкции машин и аппаратов на основе системного анализа.	2
		Расчет и конструирование узлов с применением САПР.	2
4	Единая система конструкторской документации.	Разработка графических документов.	2
		Разработка текстовых документов.	2

5	Общие принципы конструирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.	Расчет коэффициента жесткости конструкций.	2
		Расчет материалоемкости холодильных машин и агрегатов.	2
6	Основы теории производительности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Расчет производительности холодильной, криогенной техники.	2
		Расчет производительности систем жизнеобеспечения.	2
7	Основы квалитметрии и теории надежности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.	Расчет надежности компрессора.	2
		Прогнозирование уровня надежности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	2
8	РиК поршневых холодильных машин и агрегатов.	Расчет поршня компрессора.	2
		Расчет шатуна компрессора.	2
		Расчет гильзы и поршневого пальца.	2
8 семестр			
9	РиК ротационных холодильных машин и агрегатов.	Расчет ротационного пластинчатого однокамерного компрессора.	2
10	РиК винтовых холодильных машин и агрегатов.	Расчет двухступенчатого винтового компрессора.	2
11	РиК спиральных холодильных машин и агрегатов.	Расчет спирального компрессора.	2
12	РиК теплообменных аппаратов холодильных машин и агрегатов.	Расчет подвешного воздухоохладителя.	2
13	РиК аппаратов, работающих под давлением.	Расчет аппаратов, работающих под избыточным давлением.	2
		Расчет укрепления отверстий в аппарате.	2
14	РиК элементов арматуры холодильных, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Расчет фланцевых соединений.	2
15	Виброзащита холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Расчет виброизоляции компрессора.	2
16	Методы исследований. Заключение.	Расчет напряжений с использованием тензометрического метода.	2

### 5.2.3 Лабораторные работы

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак. ч
8 семестр			
1	Основы методологии проектирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Унификация элементов конструкций холодильных машин и агрегатов	2
2	Общие принципы конструирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.	Определение критической угловой скорости вращения валов	2
3	РиК поршневых холодильных машин и агрегатов.	Исследование характеристик поршневого компрессора	2
4	РиК ротационных холодильных машин и агрегатов.	Статическая и динамическая балансировка ротационных машин холодильных машин и агрегатов	2
5	РиК винтовых холодильных машин и агрегатов.	Исследование характеристик винтового компрессора	2
6	РиК спиральных холодильных машин и агрегатов.	Исследование характеристик спирального компрессора	2
7	РиК теплообменных аппаратов холодильных машин и агрегатов.	Исследование тепловых взаимодействий сборочных единиц	1
8	РиК аппаратов, работающих под давлением.	Исследование напряжений, возникающих в аппарате под действием избыточного давления	1

### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, ак. ч
7 семестр			
1	Введение. Классификация холодильного оборудования.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	4



		Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4 2
2	Выбор материала и влияние его свойств на конструкцию холодильных машин и аппаратов, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование) Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4 4 2
3	Основы методологии проектирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование) Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4 4 2
4	Единая система конструкторской документации.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование) Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4 4 2
5	Общие принципы конструирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование) Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4 4 2
6	Основы теории производительности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование) Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4 4 2
7	Основы квалиметрии и теории надежности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование) Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4 4 2
8	РиК поршневых холодильных машин и агрегатов.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование) Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	4 4,5 4
8 семестр			
9	РиК ротационных холодильных машин и агрегатов.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование) Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование) Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Выполнение курсового проекта	1 1 2 2 2
10	РиК винтовых холодильных машин и агрегатов.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование) Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование) Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий) Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	1 1 2 2

		заданий) Выполнение курсового проекта	2
11	РиК спиральных холодильных машин и агрегатов.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	1
		Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	1
		Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2
		Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2
		Выполнение курсового проекта	2
12	РиК теплообменных аппаратов холодильных машин и агрегатов.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	1
		Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	1
		Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2
		Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2
		Выполнение курсового проекта	2
13	РиК аппаратов, работающих под давлением.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	1
		Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	1
		Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2
		Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2
		Выполнение курсового проекта	2
14	РиК элементов арматуры холодильных, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	1
		Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	1
		Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2
		Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2
		Выполнение курсового проекта	2
15	Виброзащита холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	1
		Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	1
		Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2
		Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	2
		Выполнение курсового проекта	2
16	Методы исследований. Заключение.	Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	1
		Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	1
		Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	1
		Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	0,2
		Выполнение курсового проекта	2

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

**6.1 Учебные и периодические печатные издания, имеющиеся в библиотечном фонде образовательной организации:**

1. Проектирование и конструирование техники пищевых технологий : учебник для вузов / С. Т. Антипов, А. М. Васильев, С. И. Дворецкий [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 568 с. — ISBN 978-5-507-49121-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/405512>

## 6.2 Учебные электронные издания, размещённые в Электронных библиотечных системах

1. Остриков, А. Н. Расчет и проектирование массообменных аппаратов. [Электронный ресурс] / А. Н. Остриков, В. Н. Василенко, О. В. Абрамов, А. В. Логинов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 352 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/56170> — Загл. с экрана.

2. Ваняшов, А. Д. Расчет и конструирование центробежных компрессорных машин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А. Д. Ваняшов, Г. Г. Кустиков. — Электрон. дан. — Омск: Омский государственный технический университет, 2017. — 256 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78462.html>. — ЭБС «IPRbooks»

3. 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.

4. 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.

## 6.3 Учебно-методические материалы

1. Пойманов, В. В. Руководство к выполнению курсового проекта по дисциплине «Расчет и конструирование холодильных машин и агрегатов» [Электронный ресурс] : учебное пособие / Воронеж. гос. универ. инж. технол.; сост. В. В. Пойманов. — Воронеж : ВГУИТ, 2022. — 56 с.

2. Расчет и конструирование холодильных машин и агрегатов [Текст] : методические указания к самостоятельной работе / Воронеж. гос. ун-т инж. технол.; сост. В. В. Пойманов. — Воронеж: ВГУИТ, 2022. — 16 с. . —

## 6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимой для освоения дисциплины

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="https://www.edu.ru/">https://www.edu.ru/</a>
Научная электронная библиотека	<a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp">https://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
Национальная исследовательская компьютерная сеть России	<a href="https://niks.su/">https://niks.su/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsuet.ru/megapro/web">http://biblos.vsuet.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="https://minobrnauki.gov.ru/">https://minobrnauki.gov.ru/</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="https://npoed.ru/">https://npoed.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="https://education.vsuet.ru/">https://education.vsuet.ru/</a>
Сайт разработчика инженерного программного обеспечения компании АСКОН	<a href="http://ascon.ru">http://ascon.ru</a>

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

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

**При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение**

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
Альт Образование	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>  Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Libre Office 6.1	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)
КОМПАС 3D LT v 12	(бесплатное ПО) <a href="http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html">http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html</a>
T-FLEX CAD 3D Университетская	Договор № 74-В-ТСН-3-2018 с ЗАО «ТОП СИСТЕМЫ» от 07.05.2018 г. Лицензионное соглашение № A00007197 от 22.05.2018 г.
Компас 3D V21	Лицензионное соглашение с ЗАО «Аскон» № КАД-16-1380 Сублицензионный договор с ООО «АСКОН-Воронеж» от 09.02.2022 г.
APM WinMachine	Лицензионное соглашение с ООО НТЦ «АПМ» № 105416 от 22.11.2016 г.

### Справочно-правовые системы

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения учебных занятий в том числе в форме практической подготовки включают в себя:

На кафедре машин и аппаратов пищевых производств имеется оборудованный учебный класс (ауд. 105), оснащенный компьютерами: Pentium 4 3,2 GHz, Pentium 4 3,0 GHz, Pentium 4 3,0 GHz, Celeron 2.8 GHz, плоттером марки HP DesignJet 430.

Для выполнения практических и лабораторных работ используются аудитории 102, 103, 114а, 17, которые оснащены следующим оборудованием: холодильная камера, охлаждаемый стол с каскадной холодильной машиной, экспериментальная холодильная установка, сокоохладитель, автомат для приготовления льда «Блексматик», вакуум-сублимационная сушильная установка, экспериментальная установка кристаллизатор, воздухоохладитель, льдогенератор, стенд для определения унификация элементов конструкций машин и автоматов, установка для исследование тепловых взаимодействий сборочных единиц, установка для определения критической угловой скорости вращения валов, установка для исследования прессовых соединений, установка для статической балансировки роторных машин, интерактивные доски.

Дополнительно для самостоятельной работы обучающихся используются читальные залы ресурсного центра ВГУИТ оснащенные компьютерами со свободным доступом в сеть Интернет и библиотечным и информационно- справочным систем

## **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

**Оценочные материалы** (ОМ) для дисциплины (модуля) включают в себя:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

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

## ПРИЛОЖЕНИЕ к рабочей программе

Дисциплина Расчет и конструирование холодильных машин и агрегатов

Направление подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

### 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 акад. ч.	Распределение по семестрам, акад. ч.	
		7	8
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>288</b>	<b>180</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т. ч. аудиторные занятия:</b>	<b>47,2</b>	<b>26,8</b>	<b>20,4</b>
Лекции	18	12	6
в том числе в форме практической подготовки			
Лабораторные работы (ЛР)	6	-	6
в том числе в форме практической подготовки	6	-	6
Практические занятия (ПЗ)	18	12	6
в том числе в форме практической подготовки	18	12	6
Консультации текущие	0,9	0,6	0,3
Консультация перед экзаменом	2	2	-
Контроль и прием курсового проекта	2	-	2
Виды аттестации: экзамен; зачет	0,3	0,2	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>141,7</b>	<b>119,4</b>	<b>87,6</b>
Подготовка к защите по лабораторным работам (собеседование)	16	-	6
Подготовка к защите по практическим занятиям (собеседование)	50	34	6
Изучение материалов по учебникам (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	51,7	36,5	7,2
Изучение материалов, изложенных в лекциях (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий)	24	12	4
Курсовой проект:	36	-	36
выполнение расчетов для курсового проекта	10	-	10
оформление текста курсового проекта	8	-	8
выполнение сборочного чертежа	8	-	8
выполнение рабочих чертежей деталей	10	-	10
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>33,8</b>	<b>33,8</b>	-

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

**РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН И АГРЕГАТОВ**

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-6	Способен проводить расчеты, необходимые для разработки элементов и узлов систем холодоснабжения	ИД1 <sub>ПКв-6</sub> – определяет основные показатели элементов и узлов систем холодоснабжения
			ИД2 <sub>ПКв-6</sub> – проводит прочностные расчеты элементов и узлов систем холодоснабжения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 <sub>ПКв-6</sub> – определяет основные показатели элементов и узлов систем холодоснабжения	Знает: основные показатели элементов и узлов систем холодоснабжения.
	Умеет: подготавливать технические задания на разработку элементов и узлов систем холодоснабжения.
	Владеет: методами проверки технического задания стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
ИД2 <sub>ПКв-6</sub> – проводит прочностные расчеты элементов и узлов систем холодоснабжения	Знает: общие принципы и правила расчета элементов и узлов систем холодоснабжения.
	Умеет: проводить прочностные расчеты элементов и узлов систем холодоснабжения.
	Владеет: навыками прочностных расчетов элементов и узлов систем холодоснабжения с использованием современных средств автоматизированного проектирования.

## 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	Введение. Классификация холодильного оборудования.	ПКв-6	тест	76-78, 101-105, 136-140	Компьютерное тестирование
			собеседование (экзамен)	01-04, 26-30, 51-53	Контроль преподавателем
			Кейс-задания	354-355	Проверка кейс-задания
2	Выбор материала и влияние его свойств на конструкцию холодильных машин и аппаратов, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	ПКв-6	тест	79-81, 106-110, 141-145	Компьютерное тестирование
			собеседование (экзамен)	05-08, 31-34, 54-56	Контроль преподавателем
			Кейс-задания	357-358	Проверка кейс-задания
3	Основы методологии проектирования холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	ПКв-6	тест	82-84, 111-114, 146-150	Компьютерное тестирование
			собеседование (экзамен)	09-11, 35-36, 57-59	Контроль преподавателем
			лабораторная работа (собеседование, вопросы к защите лабораторных работ)	291-296, 311-316, 334-340	Защита лабораторной работы
		ПКв-6	Кейс-задания	356-357	Проверка кейс-задания
		ПКв-6	Курсовой проект	299-316	Защита курсового проекта
4	Единая система конструкторской документации.	ПКв-6	тест	85-86, 115-118, 151-155	Компьютерное тестирование
			собеседование (экзамен)	12-14, 37-39, 60-62	Контроль преподавателем
			Кейс-задания	358-359	Проверка кейс-задания
		ПКв-6	Курсовой проект	299-316	Защита курсового проекта
5	Общие принципы конструирования холодильной, криогенной техники и си-	ПКв-6	тест	87-88, 119-121, 156-158	Компьютерное тестирование
			собеседование (экзамен)	15-17, 40-42, 63-64	Контроль преподавателем
		ПКв-6	Кейс-задания	360-361	Проверка кейс-задания



	стем жизнеобеспечения с использованием	ПКв-6	Курсовой проект	299-316	Защита курсового проекта
6	Основы теории производительности холодильных машин и агрегатов.	ПКв-6	тест	89-90, 122-124, 159-161	Компьютерное тестирование
			собеседование (экзамен)	18-19, 43-44, 65-66	Контроль преподавателем
		ПКв-6	Кейс-задания	362-363	Проверка кейс-задания
		ПКв-6	Курсовой проект	299-316	Защита курсового проекта
7	Основы теории производительности холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	ПКв-6	тест	91-92, 125-126, 162-164	Компьютерное тестирование
			собеседование (экзамен)	20-21, 45-46, 67-68	Контроль преподавателем
			практическая работа (собеседование, вопросы к защите практических работ)	219-228, 248-252, 271-276	Защита практической работы
		ПКв-6	Кейс-задания	362-363	Проверка кейс-задания
8	РиК поршневых холодильных машин и агрегатов.	ПКв-6	тест	93-94, 127-129, 165-167	Компьютерное тестирование
			собеседование (экзамен)	22-23, 47-48, 69-70	Контроль преподавателем
			практическая работа (собеседование, вопросы к защите практических работ)	229-235, 253-258, 277-282	Защита практической работы
		ПКв-6	Кейс-задания	364-365	Проверка кейс-задания
		ПКв-6	Курсовой проект	299-316	Защита курсового проекта
9	РиК ротационных холодильных машин и агрегатов.	ПКв-6	тест	95, 130-132, 168-169	Компьютерное тестирование
			собеседование (экзамен)	24-25, 49-50, 71-72	Контроль преподавателем
			лабораторная работа (собеседование, вопросы к защите лабораторных работ)	297-304, 317-322, 341-346	Защита лабораторной работы
		ПКв-6	Кейс-задания	364-365	Проверка кейс-задания
		ПКв-6	Курсовой проект	299-316	Защита курсового проекта
10	РиК винтовых холодильных машин и агрегатов.	ПКв-6	тест	96, 133-134, 170-174	Компьютерное тестирование
			собеседование (экзамен)	20-22, 46-49, 73-74	Контроль преподавателем
		ПКв-6	Кейс-задания	366-367	Проверка кейс-задания
		ПКв-6	Курсовой проект	299-316	Защита курсового проекта
11	РиК спиральных холодильных машин и агрегатов.	ПКв-6	тест	97, 135-136, 175-178	Компьютерное тестирование
			собеседование (зачет)	26-28, 51-53, 75-77	Контроль преподавателем
			практическая работа (собеседование, вопросы к защите практических работ)	236-239, 259-262, 283-285	Защита практической работы
		ПКв-6	Кейс-задания	364-365	Проверка кейс-задания
		ПКв-6	Курсовой проект	299-316	Защита курсового проекта
12	РиК теплообменных аппаратов холодильных машин и агрегатов.	ПКв-6	тест	98, 136-137, 175-178	Компьютерное тестирование
			собеседование (зачет)	29-31, 54-56, 78-80	Контроль преподавателем
			практическая работа (собеседование, вопросы к защите практических работ)	240-242, 263-264, 286-287	Защита практической работы
		ПКв-6	Кейс-задания	362-364	Проверка кейс-задания
		ПКв-6	Курсовой проект	299-316	Защита курсового проекта
13	РиК аппаратов, работающих под давлением.	ПКв-6	тест	98, 136-137, 179-182	Компьютерное тестирование
			собеседование (зачет)	32-34, 57-59, 81-83	Контроль преподавателем

			практическая работа (собеседование, вопросы к защите практических работ)	243-244, 265-266, 288-289	Защита практической работы
		ПКв-6	Кейс-задания	364-365	Проверка кейс-задания
		ПКв-6	Курсовой проект	299-316	Защита курсового проекта
14	РиК элементов арматуры холодильных, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.	ПКв-6	тест	99, 138-139, 179-182	Компьютерное тестирование
			собеседование (зачет)	35-37, 60-62, 84-86	Контроль преподавателем
			практическая работа (собеседование, вопросы к защите практических работ)	245-247, 267-268, 290	Защита практической работы
			лабораторная работа (собеседование, вопросы к защите лабораторных работ)	298-308, 323-335, 347-353	Защита лабораторной работы
		ПКв-6	Кейс-задания	366-367	Проверка кейс-задания
15	Виброзащита холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения	ПКв-6	тест	100, 140-142, 183-185	Компьютерное тестирование
			собеседование (зачет)	38-39, 63-64, 85-87	Контроль преподавателем
		ПКв-6	Кейс-задания	366-367	Проверка кейс-задания
16	Методы исследований. Заключение	ПКв-6	тест	100, 140-142, 186-190	Компьютерное тестирование
			собеседование (зачет)	34-36, 61-63, 82-84	Контроль преподавателем
		ПКв-6	Кейс-задания	366-367	Проверка кейс-задания
		ПКв-6	Курсовой проект	299-316	Защита курсового проекта

### 3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

**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**

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования или решения контрольных задач и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета, экзамена).

Каждый вариант теста включает 35 контрольных заданий, из них:

- 15 контрольных заданий на проверку знаний;
- 10 контрольных заданий на проверку умений;
- 10 контрольных заданий на проверку навыков;

Каждый билет включает 3 контрольных вопроса (задач), из них:

- 1 контрольный вопрос на проверку знаний;
- 1 контрольный вопрос на проверку умений;
- 1 контрольный вопрос (задачу) на проверку навыков.

#### 3.1 Собеседование (экзамен, зачет)

**ПКв-6** – способен проводить расчеты, необходимые для разработки элементов и узлов систем холодоснабжения

№ вопроса	Текст вопроса
01	Классификация холодильных машин и агрегатов по характеру действия.
02	Классификация холодильных машин и агрегатов по системе и степени автоматизации.
03	Материалы, используемые в машиностроении. Механические характеристики металлов и сплавов. Элементы сопротивления материалов.
04	Механические свойства материалов. Свойства материалов при постоянных напряжениях. Диаграмма растяжения.
05	Свойства материалов при высоких и низких температурах. Свойства материалов при переменных напряжениях.
06	Запасы прочности при постоянных и переменных напряжениях.

07	Виды сталей, используемых в пищевом машиностроении.
08	Чугуны, бронзы, латуни, используемые в машиностроении.
09	Прогнозирование конструкций машин.
10	Основы системного анализа проектирования холодильных машин и агрегатов. Требования эксплуатации и производства, предъявляемые к конструкции машин и агрегатов.
11	Основные принципы оптимального проектирования. Этапы проектирования оптимальных конструкций.
12	Единая система конструкторской документации.
13	Виды изделий и их структура.
14	Комплектность конструкторских документов: основной и полный комплекты конструкторских документов.
15	Стадии разработки конструкторских документов.
16	Технологичность конструкции.
17	Стандартизация и унификация. Типизация. Ряды предпочтительных чисел.
18	Методы унификации: их характеристика.
19	Материалоемкость. Основные направления снижения материалоемкости. Привести примеры в графической форме.
20	Способы упрочнения материалов.
21	Жесткость конструкции. Факторы, определяющие жесткость конструкции. Удельные показатели жесткости.
22	Основы теории производительности машин и автоматических линий. Виды производительности: их характеристика.
23	Основы теории надежности. Основные понятия и термины надежности. Классификация отказов.
24	Показатели надежности.
25	Общие зависимости теории надежности. Основное уравнение теории надежности.
26	Надежность в период нормальной эксплуатации.
27	Совместное действие внезапных и постепенных отказов.
28	Особенности надежности восстанавливаемых изделий.
29	Основные пути повышения надежности холодильных машин и агрегатов.
30	Надежность и долговечность емкостных и теплообменных аппаратов. Ресурс аппаратов с учетом малоциклового усталости и ползучести материалов.
31	Расчет оболочек. Безмоментная теория оболочек вращения.
32	Изгиб цилиндрической оболочки при симметричном нагружении (моментная теория).
33	Классификация емкостных и теплообменных аппаратов. Определение оптимальных размеров цилиндрического сосуда с плоским дном.
34	Определение толщины стенки тонкостенных аппаратов (цилиндрического, конического, сферического) с эллиптическим и плоским дном, находящихся под внутренним давлением.
35	Укрепление отверстий в оболочках.
36	Узлы сопряжения оболочек. Причины появления краевых нагрузок. Расчет узла сопряжения сферической и цилиндрической оболочек, находящихся под внутренним давлением.
37	Торможение смежности. Температурный натяг. Термическая сила.
38	Торможение формы. Тепловая прочность.
39	Способы уменьшения тепловых напряжений: тепловые буферы; температурные швы; осевые зазоры.
40	Способы уменьшения тепловых напряжений: расположение фиксирующих баз; обеспечение свободы температурным расширениям; компенсаторы тепловых расширений.
41	Способы уменьшения тепловых напряжений: изменение расположения деталей при нагреве; корректировка формы деталей; компенсаторы тепловых расширений.
42	Температурнезависимое центрирование.
43	Свободные колебания. Вывод и решение дифференциального уравнения свободных колебаний.
44	Свободные колебания при наличии сил сопротивления жидкости. Логарифмический декремент затухания.
45	Вынужденные колебания при отсутствии сил сопротивления. Явление резонанса. Коэффициент усиления (динамичности).
46	Критические угловые скорости валов при отсутствии сил сопротивления. Динамический прогиб вала.
47	Влияние размеров ротора на критическую угловую скорость валов.
48	Критическая угловая скорость валов при наличии сил сопротивления. Динамический прогиб вала.
49	Расчет клапанов поршневых компрессоров.
50	Особенность расчета сил, действующих на запорный орган.
51	Расчет поршня компрессора.
52	Расчет коленчатого вала поршневого компрессора.
53	Расчет шатуна поршневого компрессора.
54	Расчет гильзы поршневого компрессора.
55	Применение индикаторных диаграмм при расчете поршневого компрессора.
56	Влияние конструктивных параметров ступени компрессора и режима ее работы на коэффициент подачи.
57	Расчет сил, действующих на узлы и детали поршневого компрессора.
58	Основные кинематические соотношения кривошипно-шатунного механизма поршневого компрессора.
59	Расчет маховика поршневого компрессора.
60	Унификация поршневых компрессоров.
61	Классификация конструктивных схем поршневых компрессоров.
62	Расчет геометрических параметров окон распределения ротационных компрессоров.
63	Расчет сил, действующих на узлы и детали ротационных компрессоров.
64	Расчет конструктивных параметров ротационно-пластинчатого компрессора.
65	Расчет конструктивных параметров жидкостно-кольцевого компрессора.
66	Расчет конструктивных параметров ротационных компрессоров с катящимся ротором.

67	Классификация конструктивных схем винтовых компрессоров.
68	Расчет сил, действующих на узлы и детали винтовых компрессоров.
69	Расчет сил, действующих на узлы и детали спирального компрессора.
70	Расчет конструктивных параметров спирального компрессора.
71	Виброизоляция, ее виды. Способы виброзащиты.
72	Расчет виброизоляции.
73	Жесткость пружинных виброизоляторов.
74	Расчет резинового виброизолятора.
75	Конструктивные методы борьбы с шумом и вибрациями.

### 3.2 Тесты (тестовые задания)

**ПКв-6** – способен проводить расчеты, необходимые для разработки элементов и узлов систем холодоснабжения

№ задания	Тестовое задание
76	Количество продукции, выпускаемое машиной в единицу времени, называется _____ (производительностью)
77	Повысить действительную производительность можно за счет а) <b>технологической производительности</b> б) массовой производительности в) объемной производительности г) <b>коэффициента использования машины</b>
78	Отношение массы к основному параметру машины называется _____ (удельной материалоемкостью)
79	К основным направлениям снижения материалоемкости относят а) <b>снижение массы деталей</b> б) <b>уменьшение коэффициента использования материала</b> в) сокращение числа деталей г) <b>унификация узлов и деталей</b>
80	Для компрессора массой $m=120$ кг и холодопроизводительностью $Q_0=8$ кВт удельная материалоемкость будет равна _____ кг/кВт. (вписать число, округлив его значение до десятых долей, в качестве разделителя использовать запятую) <b>Ответ: 15</b>
81	Рациональное сокращение числа видов, типов, марок, типоразмеров одинакового функционального назначения называется _____ (унификацией)
82	Какие материалы относятся к жаропрочным а) конструкционные стали б) <b>стали, легированные Ti</b> в) стали, легированные Cr г) стали, легированные Ni
83	Установите последовательность периодов эксплуатации машин (расставить в правильном порядке) а) износ б) приработка в) нормальная эксплуатация <b>ОТВЕТ: 1-б; 2-в; 3-а</b>
84	Установите соответствие показателей безотказности 1. Средняя наработка до отказа 2. Средняя наработка на отказ 3. Интенсивность отказов а) отношение среднего числа отказавших в единицу времени объектов к числу объектов, оставшихся работоспособными б) наработка до отказа невосстанавливаемого изделия в) отношение наработки восстанавливаемого изделия к числу его отказов в течение этой наработки <b>ОТВЕТ: 1-б; 2-в; 3-а</b>
85	Установите соответствие показателей надежности 1. Безотказность 2. Долговечность 3. Сохраняемость 4. Ремонтпригодность а) свойство изделия сохранять эксплуатационные показатели и по истечению срока хранения и транспортирования б) свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния с требуемыми перерывами для технического обслуживания и ремонта

	<p>в) свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение заданного времени  г) приспособленность изделия к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений, а также поддержанию и восстановлению работоспособности путем технического обслуживания и ремонтов  <b>ОТВЕТ: 1-в; 2-б; 3-а; 4-г</b></p>
86	<p>Событие, заключающееся в нарушении работоспособности, называется _____  <b>Ответ: отказом</b></p>
87	<p>К основным путям повышения надежности машин относят  а) <b>создание оптимальной конструкции машины</b>  б) <b>создание машин с нерегламентированным показателем надежности</b>  в) <b>применение автоматики</b>  г) уменьшение массы машины</p>
88	<p>Изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, называется _____  <b>Ответ: деталью</b></p>
89	<p>Изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на заводе-изготовителе с помощью сборочных операций, называется _____  <b>Ответ: сборочной единицей</b></p>
90	<p>Для детали, работающей на изгиб, при значении силы <math>P=5</math> кН и прогибе <math>f=2</math> мм коэффициент жесткости будет равен _____ МН/м.  (вписать число, округлив его значение до десятых долей, в качестве разделителя использовать запятую)  <b>Ответ: 2,5</b></p>
91	<p>Основным уравнением безмоментной теории оболочек является  а) метод Риза  б) <b>уравнение Лапласа</b>  в) зависимость Коффина – Менсона  г) уравнение Бернулли</p>
92	<p>Уравнение Лапласа для определения <math>\sigma_m</math> и <math>\sigma_t</math> имеет вид  а) <math>\frac{\sigma_m}{\rho_m} + \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{S}{P}</math>  б) <math>\frac{\sigma_m}{\rho_t} + \frac{\sigma_t}{\rho_m} = \frac{P}{S}</math>  в) <math>\frac{\sigma_m}{\rho_m} - \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{P}{S}</math>  г) <math>\frac{\sigma_m}{\rho_m} + \frac{\sigma_t}{\rho_t} = \frac{P}{S}</math>  <b>ОТВЕТ: г</b></p>
93	<p>Типы уплотнительных поверхностей фланца могут быть  а) впадина-паз  б) выступ-шип  в) <b>шип-паз</b>  г) <b>плоская уплотняющая поверхность</b></p>
94	<p>Назовите способы уменьшения термической силы  а) <b>уменьшение разницы температур сопряженных деталей</b>  б) увеличение разницы температур сопряженных деталей  в) увеличение разницы в значениях коэффициентов линейного расширения  г) <b>уменьшение разницы в значениях коэффициентов линейного расширения</b></p>
95	<p>Цилиндрические роторы центрифуг находятся в общем случае под действием  а) <b>распределенных по поверхности инерционных нагрузок от собственной массы обечайки</b>  б) <b>распределенных по поверхности инерционных нагрузок от массы обрабатываемой среды</b>  в) краевых сил и момента  г) всех перечисленных нагрузок</p>
96	<p>В расчет барабана на прочность входит  а) <b>определение максимальных напряжений</b>  б) <b>определение запасов прочности</b>  в) <b>определение толщины стенки барабана</b>  г) определение относительного прогиба</p>
97	<p>Для компрессора, у которого в конце срока эксплуатации остается 500 работоспособных и 20 отказавших деталей, вероятность безотказной работы будет равна _____ %.</p>

	(вписать число, округлив его значение до десятых долей, в качестве разделителя использовать запятую) <b>Ответ: 96,2</b>
98	Для втулки с наружным диаметром $D=50$ мм и внутренним диаметром $d=40$ мм, если термическая сила составляет $P=5$ кН, термическое напряжение будет равно _____ МПа.  (вписать число, округлив его значение до десятых долей, в качестве разделителя использовать запятую) <b>Ответ: 7,1</b>
99	Для цилиндрического аппарата диаметром $D=1,2$ м, работающего под внутренним давлением $P=0,35$ МПа, если коэффициент прочности сварного шва $\varphi=0,85$ , допустимое напряжение на растяжение для материала аппарата $[\sigma] = 175$ МПа исполнительная толщина стенки будет равна _____ мм.  (вписать число, округлив его значение до десятых долей, в качестве разделителя использовать запятую) <b>Ответ: 2,5</b>
100	Для вала с эксцентриситетом $e=0,1$ мм, у которого рабочая угловая скорость составляет $\omega_p=220$ с <sup>-1</sup> , критическая угловая скорость составляет $\omega_{кр}=250$ с <sup>-1</sup> , прогиб будет равен _____ мм.  (вписать число, округлив его значение до сотых долей, в качестве разделителя использовать запятую) <b>Ответ: 0,34</b>
101	Для шкива массой $m=8$ кг с эксцентриситетом $e=0,5$ мм, у которого радиус коррекции составляет $r_k=250$ мм, корректирующая масса будет равна _____ г.  <b>Ответ: 16</b>
102	Для определения краевой силы $Q_0$ и краевого момента $M_0$ составляются уравнения а) совместности радиальных деформаций б) совместности угловых деформаций в) <b>совместности радиальных и угловых деформаций</b> г) совместности активных и реактивных нагрузок
103	К текстовым конструкторским документам относят а) <b>инструкции</b> б) <b>таблицы</b> в) схемы г) сборочный чертеж
104	К графическим документам относят а) <b>чертеж детали</b> б) <b>сборочный чертеж</b> в) ведомость спецификаций г) <b>чертеж общего вида</b>
105	К типам схем относят а) <b>общая</b> б) комбинированная в) кинематическая г) <b>функциональная</b>
106	К видам схем относят а) <b>электрическая</b> б) функциональная в) структурная г) <b>комбинированная</b>
107	Кинематиче принципиальная схема обозначается а) К1 б) К2 в) <b>К3</b> г) К4
108	Гидравлическая функциональная схема обозначается а) Г1 б) <b>Г2</b> в) Г3 г) Г4
109	Установите порядок заполнения разделов спецификации а) детали б) сборочные единицы в) комплекты г) комплексы

	<b>ОТВЕТ: 1-г; 2-б; 3-а; 4-в</b>
110	Установите последовательность разработки конструкторской документации а) эскизный проект б) техническое предложение в) техническое задание г) технический проект <b>ОТВЕТ: 1-в; 2-б; 3-а; 4-г</b>

### 3.3 Защита практических работ

**ПКв-6** – способен проводить расчеты, необходимые для разработки элементов и узлов систем холодоснабжения

№ вопроса	Текст вопроса
111	Понятие квалиметрии. Качество конструкции машины и его составляющие.
112	Система показателей качества машины.
113	Физика отказов. Законы состояния.
114	Показатели надежности.
115	Общие зависимости теории надежности. Основное уравнение теории надежности.
116	Надежность в период нормальной эксплуатации.
117	Надежность в период износных отказов.
118	Совместное действие внезапных и постепенных отказов.
119	Особенности надежности восстанавливаемых изделий.
120	Основные пути повышения надежности холодильных машин и агрегатов.
121	Прогнозирование уровня надежности функционирования оборудования.
122	Учет надежности оборудования на стадиях его проектирования.
123	Применение теории пластин и оболочек к расчету корпусов, крышек, днищ и других элементов аппаратов.
124	Расчет круглых и кольцевых пластин, подвергаемых осесимметричному нагружению.
125	Расчет оболочек. Безмоментная теория оболочек вращения.
126	Изгиб цилиндрической оболочки при симметричном нагружении (моментная теория).
127	Применение моментной теории к расчету сферических и конических оболочек.
128	Конструирование и расчет типовых узлов оборудования, его элементов.
129	ГОСТы и нормативная документация на расчет и конструирование емкостного оборудования.
130	Определение оптимальных размеров цилиндрического аппарата.
131	Определение толщины стенки тонкостенного цилиндрического аппарата, работающего под давлением.
132	Расчет сопряжений элементов аппаратов методом сил и методом деформаций.
133	Выбор формы днищ, крышек и заглушек. Укрепление отверстий в элементах аппаратов.
134	Расчет на устойчивость аппаратов различной длины.
135	Расчет оболочек под действием наружного давления, осевых сил и изгибающих моментов.
136	Кольца и ребра жесткости.
137	Расчет толстостенных цилиндрических аппаратов.
138	Фланцевые соединения: классификация фланцев и уплотнительных поверхностей.
139	Расчет фланцевых соединений.
140	Классификация холодильных машин и агрегатов по конструктивным признакам.
141	Классификация холодильных машин и агрегатов по холодопроизводительности.
142	Материалы, используемые в машиностроении. Механические характеристики металлов и сплавов. Элементы сопротивления материалов.
143	Механические свойства материалов. Свойства материалов при постоянных напряжениях. Диаграмма растяжения.
144	Свойства материалов при высоких и низких температурах. Свойства материалов при переменных напряжениях.
145	Запасы прочности при постоянных и переменных напряжениях.
146	Виды сталей, используемых в машиностроении.
147	Чугуны, бронзы, латуни, используемые в м машиностроении.
148	Прогнозирование конструкций машин.
149	Основы системного анализа проектирования машин. Требования эксплуатации и производства, предъявляемые к конструкции холодильных машин и агрегатов.
150	Основные принципы оптимального проектирования. Этапы проектирования оптимальных конструкций.
151	Ротационные компрессоры. Применение и назначение.
152	Классификация конструктивных схем винтовых компрессоров.
153	Расчет сил, действующих на узлы и детали винтовых компрессоров.
154	Расчет сил, действующих на узлы и детали спирального компрессора.
155	Оценка "трещиностойкости" конструкций роторов.
156	Надежность и долговечность вращающихся узлов.
157	Вероятность разрушения и запасы прочности быстровращающихся узлов.

158	Специальные опоры быстровращающихся валов.
159	Ротационные машины с простейшими рабочими органами.
160	Расчет на прочность быстровращающихся дисков простого профиля.
161	Расчет на прочность быстровращающихся дисков сложного профиля.
162	Механический критерий прочности быстровращающихся дисков.
163	Единая система конструкторской документации.
164	Виды изделий и их структура.
165	Комплектность конструкторских документов: основной и полный комплекты конструкторских документов.
166	Торможение смежности. Температурный натяг. Термическая сила.
167	Торможение формы. Тепловая прочность.
168	Способы уменьшения тепловых напряжений: тепловые буферы; температурные швы; осевые зазоры.
169	Обеспечение свободы температурным расширениям.
170	Компенсаторы тепловых расширений.
171	Способы уменьшения тепловых напряжений торможения формы.
172	Компенсаторы тепловых расширений.
173	Температурнезависимое центрирование.
174	Классификация технологического оборудования по характеру действия.
175	Свободные колебания. Вывод и решение дифференциального уравнения свободных колебаний.
176	Свободные колебания при наличии сил сопротивления жидкости. Логарифмический декремент затухания.
177	Вынужденные колебания при отсутствии сил сопротивления.
178	Явление резонанса. Коэффициент усиления (динамичности).
179	Критические угловые скорости валов при отсутствии сил сопротивления. Динамический прогиб вала.
180	Влияние размеров ротора на критическую угловую скорость валов.
181	Критическая угловая скорость валов при наличии сил сопротивления. Динамический прогиб вала.
182	Расчет сил, действующих на узлы и детали поршневого компрессора.
183	Расчет маховика поршневого компрессора.
184	Расчет геометрических параметров окон распределения ротационных компрессоров.
185	Расчет сил, действующих на узлы и детали ротационных компрессоров.
186	Расчет конструктивных параметров ротационно-пластинчатого компрессора.
187	Расчет конструктивных параметров жидкостно-кольцевого компрессора.
188	Расчет конструктивных параметров ротационных компрессоров с катящимся ротором.
189	Классификация конструктивных схем винтовых компрессоров.
190	Расчет сил, действующих на узлы и детали винтовых компрессоров.
191	Расчет сил, действующих на узлы и детали спирального компрессора.
192	Расчет конструктивных параметров спирального компрессора.

### 3.4 Защита лабораторных работ

**ПКв-6** – способен проводить расчеты, необходимые для разработки элементов и узлов систем холодоснабжения

№ вопроса	Текст вопроса
193	Основные требования, предъявляемые к конструированию машин и аппаратов пищевых производств.
194	Технологичность конструкции.
195	Технологическая и конструктивная преемственность.
196	Стандартизация и унификация. Виды и методы унификации. Типизация.
197	Система показателей стандартизации и унификации.
198	Ряды предпочтительных чисел, параметрические ряды.
199	Методика и принципы конструирования.
200	Материалоемкость и облегчение деталей и узлов.
201	Основные направления снижения материалоемкости.
202	Равнопрочность. Износоустойчивость и коррозионная стойкость деталей.
203	Способы упрочнения материалов.
204	Жесткость конструкции. Факторы, определяющие жесткость конструкции.
205	Удельные показатели жесткости.
206	Конструктивные способы повышения жесткости.
207	Прогнозирование конструкций машин.
208	Процесс проектирования машин. Отработка конструкции машин на технологичность.
209	Основы системного анализа.
210	Схема решения многовариантных задач.
211	Требования эксплуатации и производства, предъявляемые к конструкции машин.
212	Выбор конструкторского варианта (формы, размеров, материала) детали на основе системного подхода.
213	Материалы, используемые при конструировании холодильного оборудования. Механические характеристики металлов и сплавов. Элементы сопротивления материалов.
214	Механические свойства материалов. Свойства материалов при постоянных напряжениях. Диаграмма растяжения.
215	Свойства материалов при высоких и низких температурах. Свойства материалов при переменных напря-



	жениях.
216	Запасы прочности при постоянных и переменных напряжениях.
217	Виды сталей, используемых в пищевом машиностроении.
218	Чугуны, бронзы, латуни, используемые в пищевом машиностроении.
219	Прогнозирование конструкций машин.
220	Основы системного анализа проектирования машин. Требования эксплуатации и производства, предъявляемые к конструкции машин.
221	Основные принципы оптимального проектирования. Этапы проектирования оптимальных конструкций.
222	Роторные машины. Применение и назначение.
223	Фактор разделения и индекс производительности центрифуг. Основные характеристики.
224	Расчеты на прочность роторов центрифуг и сепараторов.
225	Расчет сопряжений роторов центрифуг.
226	Оценка "трещиностойкости" конструкций роторов.
227	Надежность и долговечность вращающихся узлов.
228	Вероятность разрушения и запасы прочности быстровращающихся узлов.
229	Специальные опоры быстровращающихся валов.
230	Ротационные машины с простейшими рабочими органами.
231	Расчет на прочность быстровращающихся дисков простого профиля.
232	Расчет на прочность быстровращающихся дисков сложного профиля.
233	Механический критерий прочности быстровращающихся дисков.
234	Единая система конструкторской документации.
234	Виды изделий и их структура.
235	Комплектность конструкторских документов: основной и полный комплекты конструкторских документов.
236	Торможение смежности. Температурный натяг. Термическая сила.
237	Торможение формы. Тепловая прочность.
238	Способы уменьшения тепловых напряжений: тепловые буферы; температурные швы; осевые зазоры.
239	Обеспечение свободы температурным расширениям.
240	Компенсаторы тепловых расширений.
241	Способы уменьшения тепловых напряжений торможения формы.
242	Компенсаторы тепловых расширений.
243	Температурнезависимое центрирование.
244	Свободные колебания. Вывод и решение дифференциального уравнения свободных колебаний.
245	Свободные колебания при наличии сил сопротивления жидкости. Логарифмический декремент затухания.
246	Вынужденные колебания при отсутствии сил сопротивления.
247	Явление резонанса. Коэффициент усиления (динамичности).
248	Критические угловые скорости валов при отсутствии сил сопротивления. Динамический прогиб вала.
249	Влияние размеров ротора на критическую угловую скорость валов.
250	Критическая угловая скорость валов при наличии сил сопротивления. Динамический прогиб вала.

### 3.5 Кейс-задания

**ПКв-6** – способен проводить расчеты, необходимые для разработки элементов и узлов систем холодноснабжения

№ задания	Формулировка задания
251	Предложите вариант увеличения холодопроизводительности аммиачного компрессора на 20%
252	Предложите вариант увеличения холодопроизводительности фреонового компрессора на 15%
253	Предложите вариант увеличения холодопроизводительности винтового компрессора на 25%
254	Предложите вариант увеличения холодопроизводительности спирального компрессора на 30%
255	Предложите вариант увеличения холодопроизводительности ротационного компрессора на 40%
256	Предложите вариант увеличения холодопроизводительности поршневого компрессора в 1,5 раза
257	Предложите вариант уменьшения удельной материалоемкости поршневого компрессора
258	Предложите вариант уменьшения удельной материалоемкости винтового компрессора
259	Предложите вариант уменьшения удельной материалоемкости спирального компрессора
260	Предложите вариант уменьшения удельной материалоемкости ротационного компрессора
261	Предложите варианты повышения унификации поршневого компрессора
262	Предложите варианты повышения унификации спирального компрессора
263	Предложите варианты повышения унификации винтового компрессора
264	Предложите варианты повышения уровня технологичности поршневого компрессора
265	Предложите варианты повышения уровня технологичности ротационного компрессора
266	Предложите варианты повышения уровня технологичности спирального компрессора
267	На основе метода экспертных оценок выбрать поршневой компрессор
268	Предложите вариант уменьшения материалоемкости привода поршневого компрессора
269	Предложите варианты повышения жесткости колчатого вала компрессора
270	Предложите варианты повышения долговечности сальников узла компрессора
271	Выполните расчет и конструирование шатуна поршневого компрессора
272	Выполните расчет и конструирование поршня компрессора

273	Предложите варианты укрепления отверстий в емкости
274	Предложите варианты уменьшения тепловых напряжений в компрессоре
275	Предложите вариант обеспечения самоустанавливаемости поршня в двухступенчатом компрессоре
276	Предложите варианты повышения виброустойчивости ротационного компрессора
277	Предложите варианты повышения долговечности деталей спирального компрессора
278	Предложите варианты повышения эксплуатационной надежности винтового компрессора
279	Предложите варианты виброзащиты аммиачного компрессора
280	Предложите варианты повышения надежности ротационного компрессора
281	Предложите варианты конструкции шатуно-поршневой группы аммиачного компрессора
282	Предложите варианты конструкции ротационно-пластинчатого компрессора
283	Определите исполнительную толщину стенки цилиндрического аппарата $S_{исп}$ (мм), работающего под внутренним давлением $P=0,4$ МПа, если внутренний диаметр составляет $D=1,5$ м, коэффициент прочности сварного шва $\varphi=0,85$ , допустимое напряжение на растяжение для материала аппарата $[\sigma] = 175$ Мпа.
284	Определите меридиональные $\sigma_m$ (МПа) и окружные $\sigma_t$ (МПа) напряжения, возникающие в цилиндрической оболочке, работающей под внутренним давлением $P=0,3$ МПа, если толщина стенки составляет $S=4$ мм, внутренний диаметр $D=1,2$ м.
285	Определите меридиональные $\sigma_m$ (МПа) и окружные $\sigma_t$ (МПа) напряжения, возникающие в конической оболочке, работающей под внутренним давлением $P=0,35$ МПа, если толщина стенки составляет $S=4$ мм, диаметр основания $D=2$ м, половина угла раствора конуса $\alpha=35^\circ$ .
286	Определите коэффициент жесткости детали $\lambda$ (Н/м), работающей на изгиб, если сила составляет $P=5$ кН, прогиб детали 1 мм.
287	Определите коэффициент жесткости детали $\lambda$ (Н/м), работающей на растяжение, если длина детали 300 мм, модуль Юнга материала составляет $E=2 \cdot 10^5$ МПа, сечение – круг диаметром 50 мм.
288	Определите вероятность безотказной работы (%) и вероятность отказа (%) ротационного компрессора, если к концу срока эксплуатации остается 500 работоспособных и 20 отказавших деталей.
289	Определите вероятность безотказной работы (%) и вероятность отказа (%) поршневого компрессора, если к концу срока эксплуатации остается 400 работоспособных и 10 отказавших деталей.
290	Определите вероятность безотказной работы (%) и вероятность отказа (%) спирального компрессора, если к концу срока эксплуатации остается 450 работоспособных и 15 отказавших деталей.
291	Определите термическое напряжение $\sigma_t$ (МПа), возникающее в шпильке в результате действия термической силы $P=8$ кН, если диаметр детали составляет $d=24$ мм.
292	Определите термическую силу $P$ (кН), возникающую во втулке, если термическое напряжение $\sigma_t=10$ МПа, наружный диаметр составляет $D=70$ мм, внутренний $d=60$ мм.
293	Определите термическую силу $P$ (кН), возникающую в шпильке, если термическое напряжение $\sigma_t=12$ МПа, диаметр детали составляет $d=20$ мм.
294	Как изменится коэффициент жесткости вала компрессора, работающего на изгиб, если его диаметр уменьшится в 2 раза?
295	Определите корректирующую массу $m_k$ (г) при статической балансировке шкива, если его масса составляет $m=8$ кг, эксцентриситет $e=0,5$ мм, радиус коррекции $r_k=250$ мм.
296	Определите прогиб вала $y$ (мм), если его рабочая угловая скорость составляет $\omega_b=325$ с <sup>-1</sup> , критическая угловая скорость составляет $\omega_{кр}=250$ с <sup>-1</sup> , эксцентриситет $e=0,1$ мм.
297	Определить коэффициент запаса прочности ротора компрессора, если максимальное напряжение составляет $\sigma_{max}=75$ МПа, материал диска – сталь 45.
298	Алюминиевая деталь крепится стальными болтами. Что произойдет в таком соединении при нагревании и охлаждении?

### 3.6 Тематика курсового проекта

**ПКв-6** – способен проводить расчеты, необходимые для разработки элементов и узлов систем холодоснабжения

№ задания	Тема проекта
299	Модернизация поршневого компрессора с целью увеличения холодопроизводительности на 25 %
300	Модернизация винтового компрессора с целью увеличения холодопроизводительности на 15 %
301	Модернизация спирального компрессора с целью увеличения холодопроизводительности на 10 %
302	Модернизация ротационного компрессора с целью увеличения холодопроизводительности на 15 %
303	Модернизация поршневого компрессора с целью уменьшения материалоемкости
304	Совершенствование конструкции поршневого компрессора с целью уменьшения материалоемкости
305	Совершенствование конструкции спирального компрессора с целью уменьшения материалоемкости
306	Совершенствование конструкции винтового компрессора с целью уменьшения материалоемкости
307	Совершенствование конструкции ротационного компрессора с целью уменьшения материалоемкости
308	Совершенствование аммиачного компрессора для уменьшения тепловых напряжений
309	Совершенствование фреонового компрессора для уменьшения тепловых напряжений
310	Модернизация винтового компрессора с целью повышения эксплуатационной надежности
311	Модернизация фреонового поршневого компрессора с целью повышения эксплуатационной надежности
312	Модернизация фреонового спирального компрессора с целью повышения эксплуатационной надежности

313	Совершенствование поршневого компрессора для повышения виброустойчивости
314	Расчет конструктивных параметров ротационно-пластинчатого компрессора
315	Расчет конструктивных параметров жидкостно-кольцевого компрессора
316	Расчет конструктивных параметров ротационных компрессоров с катящимся ротором

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

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

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	
<b>ИД1<sub>ПКв-6</sub> – определяет основные показатели элементов и узлов систем холодоснабжения</b>						
<b>ЗНАТЬ:</b> основные показатели элементов и узлов систем холодоснабжения.	Тест	Результат тестирования	Более 85% и более правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)	
			75-84,99% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)	
			60-74,99% правильных ответов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)	
			Менее 60% правильных ответов	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)	
	Собеседование (экзамен)	Знание понятий квалиметрии, системы показателей качества машин и аппаратов, основных понятий и показателей теории надежности, общих зависимостей теории надежности; основ методологии проектирования машин и аппаратов с целью обеспечения их эффективной работы, высокой производительности, а также прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износоустойчивости узлов и деталей машин	Обучающийся полно и последовательно ответил на все вопросы, грамотно решил кейс-задания	Отлично	Освоена (повышенный)	
			Обучающийся полно и последовательно ответил на все вопросы, но допустил одну-две ошибки, грамотно решил кейс-задания	Хорошо	Освоена (повышенный)	
			Обучающийся ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибок, предложил вариант решения кейс-задания	Удовлетворительно	Освоена (базовый)	
			Обучающийся ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, допустил две-три ошибки, не предложил вариант решения кейс-задания	Неудовлетворительно	Не освоена (недостаточный)	
	<b>УМЕТЬ:</b> подготавливать технические задания на разработку элементов и узлов систем хо-	Собеседование (защита практической работы)	Умение определять показатели надежности в различные пе-	Обучающийся активно участвовал в выполнении работы, выполнил все необходимые расчеты, допустил не более двух-трех ошибок в ответах на вопросы при защите практической	Зачтено	Освоена (базовый, повышен-

подоснабжения.	Собеседование (защита лабораторной работы)	риоды эксплуатации оборудования	работы		ный)
		Умение проектировать машины и аппараты с целью обеспечения их эффективной работы, высокой производительности, а также прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин	Обучающийся участвовал в выполнении работы, не выполнил необходимые расчеты, допустил более пяти ошибок в ответах на вопросы при защите практической работы	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
			Обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более двух-трех ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
		Обучающийся играл роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, допустил более пяти ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)	
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами проверки технического задания стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	Кейс-задание	Содержание решения	Обучающийся грамотно разобрался в сложившейся ситуации, выявил причины случившегося, предложил несколько альтернативных вариантов решения	Зачтено	Освоена (повышенный)
			Обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, выявил причины случившегося, предложил один вариант решения	Зачтено	Освоена (базовый)
			Обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося, не предложил вариантов решения	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Курсовой проект	Защита курсового проекта	обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическую часть в объеме не менее 2 листов формата А1, замечаний по тексту и оформлению работы нет, грамотно защитил работу	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическую часть в объеме не менее 2 листов формата А1, но имеются незначительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 2-3 ошибок при ответе на вопросы	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическую часть в объеме не менее 2 листов формата А1, но допущены незначительные ошибки в расчетах, имеются значительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 5 ошибок при ответе на вопросы	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическую часть в объеме не менее 2 листов формата А1, имеются значительные	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)

Результаты обучения по этапам формирования компетенций)	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоенности компетенции
<b>ИД2<sub>ПКв-6</sub> – проводит прочностные расчеты элементов и узлов систем холодоснабжения</b>					
<b>ЗНАТЬ:</b> общие принципы и правила расчета элементов и узлов систем холодоснабжения.	Тест	Результат тестирования	Более 85% и более правильных ответов	Отлично	Освоена (повышенный)
			75-84,99% правильных ответов	Хорошо	Освоена (повышенный)
			60-74,99% правильных ответов	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Менее 60% правильных ответов	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (экзамен)	Знание общих принципов и правил конструирования узлов и деталей холодильных машин и агрегатов; стандартных методов расчета при проектировании деталей и узлов холодильной и криогенной техники	Обучающийся полно и последовательно ответил на все вопросы, грамотно решил кейс-задания	Отлично	Освоена (повышенный)
			Обучающийся полно и последовательно ответил на все вопросы, но допустил одну-две ошибки, грамотно решил кейс-задания	Хорошо	Освоена (повышенный)
			Обучающийся ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибок, предложил вариант решения кейс-задания	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			Обучающийся ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, допустил две-три ошибки, не предложил вариант решения кейс-задания	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)
<b>УМЕТЬ:</b> проводить прочностные расчеты элементов и узлов систем холодоснабжения.	Собеседование (защита практической работы)	Умение использовать основные расчетные зависимости для определения основных характеристик деталей и узлов оборудования	Обучающийся активно участвовал в выполнении работы, выполнил все необходимые расчеты, допустил не более двух-трех ошибок в ответах на вопросы при защите практической работы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Обучающийся участвовал в выполнении работы, не выполнил необходимые расчеты, допустил более пяти ошибок в ответах на вопросы при защите практической работы	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение выполнять проектно-конструкторские работы оборудования холодильной, криогенной техники и систем жизне-	Обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более двух-трех ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			Обучающийся играл роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента,	Не зачтено	Не освоена (недоста-

		обеспечения с использованием современных вычислительных методов	допустил более пяти ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы		точный)
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками прочностных расчетов элементов и узлов систем холодоснабжения с использованием современных средств автоматизированного проектирования.	Кейс-задание	Содержание решения	Обучающийся грамотно разобрался в сложившейся ситуации, выявил причины случившегося, предложил несколько альтернативных вариантов решения	Зачтено	Освоена (повышенный)
			Обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, выявил причины случившегося, предложил один вариант решения	Зачтено	Освоена (базовый)
			Обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося, не предложил вариантов решения	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Курсовой проект	Защита курсового проекта	обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическую часть в объеме не менее 2 листов формата А1, замечаний по тексту и оформлению работы нет, грамотно защитил работу	Отлично	Освоена (повышенный)
			обучающийся выбрал верную методику расчета, провел верный расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическую часть в объеме не менее 2 листов формата А1, но имеются незначительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 2-3 ошибок при ответе на вопросы	Хорошо	Освоена (повышенный)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическую часть в объеме не менее 2 листов формата А1, но допущены незначительные ошибки в расчетах, имеются значительные замечания по тексту и оформлению работы, при защите допустил не более 5 ошибок при ответе на вопросы	Удовлетворительно	Освоена (базовый)
			обучающийся т выбрал верную методику расчета, провел расчет, представил пояснительную записку в объеме не менее 40 стр. формата А4, представил графическую часть в объеме не менее 2 листов формата А1, имеются значительные ошибки в расчетах, значительные замечания по тексту и оформлению работы, не смог защитить проект	Не удовлетворительно	Не освоена (недостаточный)

