

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Максимов Алексей Борисович

Должность: директор департамента по образовательной политике

Дата подписания: 29.09.2023 12:03:38

Уникальный идентификатор документа:

8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования**

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
декан факультета
химической технологии
и биотехнологии
Ю.В. Данильчук /
августа 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной,
криогенной техники и систем жизнеобеспечения»**

Направление подготовки

16.04.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»

Профиль **«Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»**

Квалификация (степень) выпускника

Магистр

Форма обучения

Очная

Москва 2022 г.

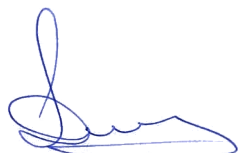
Разработчик(и):

доцент каф. «Техника низких температур»
им. П.Л. Капицы,
к.т.н.

 /М.А. Угольникова/

Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Техника низких температур» им. П.Л. Капицы,
к.т.н.

 / Д.А. Некрасов /

1. Цели освоения дисциплины.

К **основной цели** освоения дисциплины «Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения» следует отнести изучение современных методов проектирования и расчета, анализа эффективности и оптимизации парокомпрессионных холодильных систем, основанных на системном подходе.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения» следует отнести:

- освоение методологии, анализа и выбора принципов и методов расчета и проектирования машин и аппаратов техники низких температур, освоение методов и условий проведения подбора аппаратов и машин, определение номенклатуры рассчитываемых параметров, порядка определения и обработки полученной информации при расчете и проектировании.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры.

Дисциплина «Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения» относится к числу профессиональных учебных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина «Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- «Теоретические основы криогенной техники»;
- «Низкопотенциальные энергоустановки»
- «Рабочие вещества низкотемпературных систем».

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-3	готовность осуществлять сбор и анализ информации и проводить проектирование и расчет систем жизнеобеспечения	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • иерархию холодильных систем (ХС), их состав и построение характеристик; • номенклатуру базовых элементов (компрессоров, теплообменных аппаратов и др.) и их характеристики; • виды и методы расчета ХС и их элементов; • критерии и методы оценки эффективности ХС. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять структуру ХС каждого уровня для заданных исходных условий; • выбрать вид и тип базовых элементов, рабочего вещества и теплоносителей ХС; • определять основные характеристики базовых элементов; • рассчитать характеристики ХС каждого уровня с применением программных систем компьютерного моделирования; • оценить энергетическую и экономическую эффективность ХС <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современными, в том числе компьютерными, методиками расчета, проектирования, конструирования, испытания пароконденсационных холодильных систем • современными, в том числе компьютерными, методиками технико-экономических расчетов и оформления проектной документации

4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часа (из них 54 часов – самостоятельная работа студентов).

На первом курсе в **пером** семестре выделяется **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часа (из них 54 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения» изучаются на первом курсе, форма контроля- зачет.

Содержание разделов дисциплины

1. Вводная часть
2. Области применения техники низких температур.

3. Определение холодильной установки (ХУ), холодильной машины (ХМ).
4. Классификация ХУ по температурному диапазону охлаждения, холодопроизводительности, принципиальной схеме, способу подвода тепла от охлаждаемого объекта, по назначению.
5. Необходимость и методы повышения эффективности холодильных систем.
6. Структура холодильных систем
7. Виды термодинамических циклов
8. Универсальный метод расчета характеристик ХС
9. Анализ эффективности холодильных систем

5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых этапов курсового проекта;
- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам расчета и проектирования машин и аппаратов холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения» и в целом по дисциплине составляет 50% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 33% от объема аудиторных занятий.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- реферат по теме: «Проектирование... » (индивидуально для каждого обучающегося);

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме опросов и собеседований, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защиты рефератов, курсового проекта.

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, экзаменационных билетов, приведены в приложении.

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-3	готовность осуществлять сбор и анализ информации и проводить проектирование и расчет систем жизнеобеспечения

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ПК-3 - готовность осуществлять сбор и анализ информации и проводить проектирование и расчет систем жизнеобеспечения				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5

<p>знать: иерархию холодильных систем (ХС), их состав и построение характеристик; номенклатуру базовых элементов (компрессоров, теплообменных аппаратов и др.) и их характеристики; виды и методы расчета ХС и их элементов;</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных видов и методов расчета ХС и их элементов</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных видов и методов расчета ХС и их элементов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных видов и методов расчета ХС и их элементов незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основных видов и методов расчета ХС и их элементов, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p>уметь: определять структуру ХС каждого уровня для заданных исходных условий; выбрать вид и тип базовых элементов, рабочего вещества и теплоносителей ХС; определять основные характеристики базовых элементов; рассчитать характеристики ХС каждого уровня с применением программных систем компьютерного моделирования</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять структуру ХС и рассчитывать основные характеристики их базовых элементов.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: определять структуру ХС и рассчитывать основные характеристики их базовых элементов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: определять структуру ХС и рассчитывать основные характеристики их базовых элементов. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: определять структуру ХС и рассчитывать основные характеристики их базовых элементов.. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p>владеть: современными, в том числе компьютерными, методиками расчета, проектирования,</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами и методиками расчета ХС</p>	<p>Обучающийся владеет методами и методиками расчета ХС в неполном объеме, допускаются</p>	<p>Обучающийся частично владеет методами и методиками расчета ХС, навыки освоены, но допускаются</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет методами и методиками расчета ХС ,</p>

конструирования, испытания парокompрессионных холодильных систем		значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
--	--	---	---	--

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения» (указывается что именно – прошли промежуточный контроль, выполнили все работы, выступили с докладом и т.д.)

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	<i>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.</i>
Не зачтено	<i>Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных</i>

	<p><i>учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.</i></p>
--	--

Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе

Структура и содержание дисциплины «Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения» по направлению подготовки 16.04.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения» (магистр)

Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации			
		Л	П/С	Лаб.	СРС	КСР	КР	КП	РГР	Реф.	К/Р	Э	З		
Вводная часть Области применения техники низких температур.	1				2	4		6							
Определение холодильной установки (ХУ), холодильной машины (ХМ)					2	4		6							
Классификация ХУ по температурному диапазону охлаждения, холодопроизводительности, принципиальной схеме, способу подвода тепла от охлаждаемого объекта, по назначению.					2	4		6							
Необходимость и методы повышения эффективности холодильных систем	1				2	4		6							
Структура холодильных систем	1				2	4		6							
Виды термодинамических циклов	1				2	4		6							
Универсальный метод расчета характеристик ХС	1				2	4		10							
Анализ эффективности холодильных систем	1				4	8		8							
<i>Форма аттестации</i>													ДС		
Всего часов по дисциплине в первом семестре					18	36		54					+		3

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) Основная литература:

1. Буянов, О. Н. Тепло- и хладоснабжение предприятий пищевой промышленности : учебное пособие / О. Н. Буянов. — Кемерово : КемГУ, 2006. — 282 с. — ISBN 5-89289-412-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4683> (дата обращения: 23.08.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. «Вакуумно-испарительные холодильные установки, теплообменники и газификаторы техники температур», Б.Т. Маринюк, М. — «Энергоматиздат», 2003.

в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

Программный пакет Coolpack – построение диаграмм состояния, холодильных циклов, i-d-диаграммы.

<http://webbook.nist.gov/chemistry/fluid/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Лекционные и практические занятия и лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях кафедры Ав2211 и Ав2103, оснащенных соответствующим испытательным стендовым оборудованием, плакатами, натурными образцами узлов, деталей машин.

При кафедре работает консультационно-вычислительный класс Ав2209 для самостоятельной работы, оснащенный компьютерами с соответствующим расчетным и графическим программным обеспечением.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа является одним из видов получения образования обучающимися и направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к лекционным и семинарским (практическим) занятиям;
- подготовка к тестированию с использованием общеобразовательного портала.

Самостоятельная работа студентов представляет собой важнейшее звено учебного процесса, без правильной организации которого обучающийся не может быть высококвалифицированным выпускником.

Студент должен помнить, что начинать самостоятельные занятия следует с первого семестра и проводить их регулярно. Очень важно приложить максимум усилий, воли, чтобы заставить себя работать с полной нагрузкой с первого дня.

Каждый студент должен сам планировать свою самостоятельную работу, исходя из своих возможностей и приоритетов. Это стимулирует выполнение работы, создает более спокойную обстановку, что в итоге положительно сказывается на усвоении материала.

Важно полнее учесть обстоятельства своей работы, уяснить, что является главным на данном этапе, какую последовательность работы выбрать, чтобы выполнить ее лучше и с наименьшими затратами времени и энергии.

Для плодотворной работы немаловажное значение имеет обстановка, организация рабочего места. Нужно добиться, чтобы место работы по возможности было постоянным. Работа на привычном месте делает ее более плодотворной. Продуктивность работы зависит от правильного чередования труда и отдыха. Поэтому каждые час или два следует делать перерыв на 10-15 минут. Выходные дни лучше посвятить активному отдыху, занятиям спортом, прогулками на свежем воздухе и т.д. Даже переключение с одного вида умственной работы на другой может служить активным отдыхом.

Студент должен помнить, что в процессе обучения важнейшую роль играет самостоятельная работа с книгой. Научиться работать с книгой – важнейшая задача студента. Без этого навыка будет чрезвычайно трудно изучать программный материал, и много времени будет потрачено нерационально. Работа с книгой складывается из умения подобрать необходимые книги, разобраться в них, законспектировать, выбрать главное, усвоить и применить на практике.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Основным требованием к преподаванию дисциплины является творческий, проблемно-диалоговый подход, позволяющий повысить интерес студентов к содержанию учебного материала.

Основная форма изучения и закрепления знаний по этой дисциплине – лекционная и практическая. Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Основу учебных занятий по дисциплине составляют лекции. В процессе обучения студентов используются различные виды учебных занятий (аудиторных и внеаудиторных): лекции, семинарские занятия, консультации и т.д. На первом занятии по данной учебной дисциплине необходимо ознакомить студентов с

порядком ее изучения, раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрыть содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала вопросы и давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорический аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного семинарского или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к семинару или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на семинаре с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических занятий – обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекциях и в ходе самостоятельной работы.

Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам,

возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки магистров **16.04.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»**, профиль подготовки **«Холодильная техника и технологии»**.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 16.04.03 «Холодильная, криогенная техника и системы
жизнеобеспечения»

ОП (профиль): « **Холодильная техника и технологии**».
Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:
расчетно-экспериментальная с элементами научно-исследовательской

Кафедра: «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной,
криогенной техники и систем жизнеобеспечения**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств

Составитель:

Угольникова М.А.

Москва, 2022 год

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения ФГОС ВО 16.04.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»					
»					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ПК-3	готовность осуществлять сбор и анализ информации и проводить проектирование и расчет систем жизнеобеспечения	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> иерархию холодильных систем (ХС), их состав и построение характеристик; номенклатуру базовых элементов (компрессоров, теплообменных аппаратов и др.) и их характеристики; виды и методы расчета ХС и их элементов; критерии и методы оценки эффективности ХС. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> определять структуру ХС каждого уровня для заданных исходных условий; выбрать вид и тип 	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	З ДС РГР	<p>Базовый уровень</p> <p>- способен проектировать ХС и их элементы при помощи основных видов и методов расчета</p> <p>Повышенный уровень</p> <p>- способен проектировать ХС и их элементы при помощи основных видов и методов расчета, выполнять их оптимизацию с учетом установленных требований</p>

		<p>базовых элементов, рабочего вещества и теплоносителей ХС;</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять основные характеристики базовых элементов; • рассчитать характеристики ХС каждого уровня с применением программных систем компьютерного моделирования; • оценить энергетическую и экономическую эффективность ХС <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • современными, в том числе компьютерными, методиками расчета, проектирования, конструирования, испытания парокompрессионных холодильных систем • современными, в том числе компьютерными, методиками технико-экономических расчетов и оформления проектной документации 			
--	--	---	--	--	--

** - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении 2 к РП.

Перечень оценочных средств по дисциплине Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
2	Доклад, сообщение (ДС)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений

Кафедра «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы

(наименование кафедры)

ПК-3 - готовность осуществлять сбор и анализ информации и проводить проектирование и расчет систем жизнеобеспечения			
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Недифференцированный зачет	
		Критерии оценивания	
		зачтено	зачтено
знать: иерархию холодильных систем (ХС), их состав и построение характеристик; номенклатуру базовых элементов (компрессоров, теплообменных аппаратов и др.) и их характеристики; виды и методы расчета ХС и их элементов;	1-9	Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.	Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Вопросы к зачету

по дисциплине: Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения

1. Формирование характеристик ХС первого уровня (компрессорная система, КС).
2. Формирование характеристик ХС второго уровня (холодильная машина, ХМ).
3. Формирование характеристик ХС третьего уровня (холодильная установка, ХУ).
4. Классификация ХУ по диапазону охлаждения.
5. Классификация ХУ по принципиальной схеме.
6. Классификация ХУ по способу отвода тепла от охлаждаемого объекта.
7. Классификация ХУ по назначению.
8. Определение холодильной установки (ХУ) и холодильной машины (ХМ).
9. Перечислить главные сферы применения ХУ и технологии, которые обеспечивают ХУ.
10. Режимные параметры ХС.
11. Технические параметры ХС.
12. Экономические параметры ХС.
13. Виды и исполнение холодильных компрессоров.

14. Размерные и безразмерные характеристики холодильных компрессоров.
 15. Принцип и способ получения обобщенных безразмерных характеристик холодильных компрессоров объемного действия. Используемые определяющие параметры.
 16. Классификация основных теплообменных аппаратов: по назначению, типу и организации потоков.
 17. Четыре характеристических параметра теплообменных аппаратов, достаточных для проектного расчета характеристик ХМ.
 18. Принцип построения дифференциального и интегрального метода расчета основных теплообменных аппаратов.
 19. База данных для расчета термодинамических свойств рабочих веществ.
 20. Унифицированная система обозначения точек и процессов термодинамических циклов.
 21. Унифицированные уравнения для расчета параметров термодинамических циклов.
 22. Алгоритм расчета термодинамического цикла.
 23. Основные элементы, формирующие вид термодинамического цикла. Вспомогательные элементы, их назначение.
 24. Понятие спецификационного режима работы ХС. Проектный расчет, его назначение.
 25. Поверочный расчет ХС, его назначение.
 26. Вид характеристик, получаемых в результате проектного расчета ХМ.
 27. Вид характеристик, получаемых в результате поверочного расчета ХМ.
 28. Система критериев эффективности ХМ.
 29. Критерии энергетической эффективности КС и ХМ.
 30. Исходные данные для экономических расчетов.
 31. Безразмерные величины, формирующие показатель экономической эффективности ХС.
- Методы оптимизации ХС.

ПК-3 - готовность осуществлять сбор и анализ информации и проводить проектирование и расчет систем жизнеобеспечения

Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Доклад, сообщение			
		Критерии оценивания			
		2	3	4	5
<p>знать: иерархию холодильных систем (ХС), их состав и построение характеристик; номенклатуру базовых элементов (компрессоров, теплообменников аппаратов и др.) и их характеристики; виды и методы расчета ХС и их элементов;</p>	1-9	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных видов и методов расчета ХС и их элементов</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных видов и методов расчета ХС и их элементов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных видов и методов расчета ХС и их элементов незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основных видов и методов расчета ХС и их элементов, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>

Темы рефератов, докладов, сообщений

по дисциплине Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения

1. Обзор по современным конструкциям испарительных конденсаторов (по материалам журнала “Холодильная техника”).
2. Обзор по пластинчатым теплообменным аппаратам.
3. Обзор по назначению и конструкциям различных типов ресиверов.
4. Обзор по теме льдогенераторы в холодильной технике.
5. Составить предложение – записку по охлаждению $400 \text{ м}^3/\text{час}$ воды с 25°C до 15°C , дать варианты применения различных видов холодильных установок с анализом их преимуществ и недостатков.
6. Выполнить анализ существующих типов молокоохладителей по книге И.Н. Босина “Охлаждение молока на комплексах и формах” Москва “Колос” 93г.
7. Обзор по существующим конструкциям маслоотделителей.
8. Обзор по способам получения и областям применения твердой углекислоты.
9. Предложить конструкцию маслоотделителя и маслоохладителя в едином блоке, сделать конструктивный эскиз совмещенного аппарата.
10. Обзор по методам интенсификации теплообмена в конденсаторах воздушного охлаждения.
11. Обзор по существующим средствам вакуумной откачки с позиций расхода энергии.
12. Обзор по способам получения льда.
13. Обзор по интенсификации теплообмена при охлаждении жидких хладоносителей.
14. Составить реферат по наиболее интересным публикациям журнала “Холодильная техника” за 1998 год.
15. Составить реферат по наиболее интересным публикациям журнала “Холодильная техника” за 2007 год.
16. Предложить схему охлаждения молока с использованием естественного холода окружающей среды.
17. Принципы безопасности на аммиачных холодильных установках средней и большой производительности

Кафедра «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы

(наименование кафедры)

ПК-3 - готовность осуществлять сбор и анализ информации и проводить проектирование и расчет систем жизнеобеспечения					
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Расчетно-графическая работа			
		Критерии оценивания			
		2	3	4	5
<p>знать: иерархию холодильных систем (ХС), их состав и построение характеристик; номенклатуру базовых элементов (компрессоров, теплообменников аппаратов и др.) и их характеристики; виды и методы расчета ХС и их элементов;</p>	1-9	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных видов и методов расчета ХС и их элементов</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных видов и методов расчета ХС и их элементов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных видов и методов расчета ХС и их элементов незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основных видов и методов расчета ХС и их элементов, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>

Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы

по дисциплине Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок
холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения

Задание № 1

1. Определить эффективность оребрения в условиях инеевыпадения на нём при следующих исходных данных: $t_{\text{в}}^{\text{нап}} = 8^{\circ}\text{C}$; $d_{\text{в}}^{\text{нап}} = 4 \frac{\text{гр}}{\text{кг}}$; $t_{\text{осн}} = -5^{\circ}\text{C}$; $f_{\text{р}} = 0,4 \frac{\text{м}^2}{\text{м}}$;

$$f_{\text{мр}} = 0,074 \frac{\text{м}^2}{\text{м}}; \lambda_{\text{р}} = 209 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{гр}}; \delta_{\text{р}} = 0,0004 \text{ м}; t_{\text{пов}}^{\text{ин}} = -2^{\circ}\text{C}.$$

2. Составить реферат – обзор по современным конструкциям испарительных конденсаторов (по материалам журнала “Холодильная техника”).

Задание № 2

1. Определить толщину слоя инея на изотермической плоской стенке, обращенной во влажный воздух на следующие данные; $t_{\text{в}}^{\text{нап}} = -22^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{ст}} = -32,6^{\circ}\text{C}$; $d_{\text{в}}^{\text{нап}} = 4,941 \cdot 10^{-4} \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$; $d_{\text{пов}}^{\text{ин}} = 3,51 \cdot 10^{-4} \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$; $t_{\text{пов}}^{\text{ин}} = -26^{\circ}\text{C}$. Расчеты произвести на моменты времени $\tau = 3600\text{с}$; 7200с ; 14400с ; 28800с , построить график.

2. Составить реферат – обзор по пластинчатым теплообменным аппаратам.

Задание № 3

1. Рассчитать динамику намораживания льда на охлаждаемой поверхности плоской стенки, погруженной в воду с температурой $t_{\text{в}} = 5^{\circ}\text{C}$; расчеты выполнить для температуры поверхности стенки -5°C и -12°C . Построить графики; интервал

времени от 0 до 48 часов через 8 часов при $\alpha_{\text{в}} = 220 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{гр}}$;

2. Составить реферат – обзор по назначению и конструкциям различных типов ресиверов.

Задание № 4

1. Выполнить расчет динамики охлаждения 200 кг $= m_0$ воды с начальной температурой $t_{\text{в}}^{\text{н}} = 25^{\circ}\text{C}$ до конечной $t_{\text{в}}^{\text{к}} = 6^{\circ}\text{C}$ с помощью вакуумного насоса со скоростью откачки 150 л/с. При расчете воспользоваться формулой

$$\tau = -c_{\text{в}} m_0 \frac{8315}{M} \int_{t_{\text{в}}^{\text{н}}}^T \frac{T \cdot dt}{r \cdot s \cdot 609 \cdot e^{\frac{19,7(T-273)}{T}}}$$

2. Составить реферат – обзор по теме льдогенераторы в холодильной технике.

Задание № 5

1. Составить предложение – записку по охлаждению 400 м³/час воды с 25[°]C до 15[°]C, дать варианты применения различных видов холодильных установок с анализом их преимуществ и недостатков.

2. Оценить размеры кожухотрубного испарителя холодильной установки на данную производительность при кипении агента внутри труб, приняв массовую скорость агента R22 на уровне $85 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$

Задание № 6

1. Найти температурную эффективность прямого пластинчатого ребра из алюминия $\lambda = 209 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{гр}}$; высотой $h=50$ мм и толщиной $\delta=0,8$ мм при температуре воздуха $t_{\text{в}}=8^{\circ}\text{C}$ и температуре основания 1°C .
2. Выполнить анализ существующих типов молокоохладителей по книге И.Н. Босина “Охлаждение молока на комплексах и формах” Москва “Колос” 93г.

Задание № 7

1. Рассчитать поверхность теплообмена пакетнопанельного конденсатора при скорости воды $w=0,5$ м/с; эквивалентном диаметре канала для прохода R22 $d_{\text{э}}=0,019$ м; удельной тепловой нагрузке $q_{\text{к}}=210 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; средней температуре воды $t_{\text{вт}}=25,3^{\circ}\text{C}$. Общая тепловая нагрузка $Q_{\text{к}}=11$ кВт.
2. Воспроизвести конструктивную схему и изложить принцип действия панельных аммиачных испарителей и холодоаккумуляторов конструкции инженера Шувалова А.И.

Задание № 8

1. Рассчитать поверхность теплообмена пакетно панельного конденсатора при скорости воды $w=0,5$ м/с, эквивалентном диаметре $d_{\text{э}}=0,019$ м, средней температуре воды $t_{\text{вт}}=25,3^{\circ}\text{C}$. Общая тепловая нагрузка на аппарат $Q_{\text{к}}=17$ кВт.
2. Составить реферат – обзор по существующим конструкциям маслоотделителей.

Задание № 9

1. Выполнить расчет испарителя с внутритрубным кипением при $Q_0=100$ кВт; $t_{\text{s2}}=3^{\circ}\text{C}$; $K_{\text{р}}^1=1033 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{гр}}$; кипящий агент R22; массовая скорость агента $M=120 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{гр}}$
2. Составить реферат – обзор по способам получения и областям применения твердой углекислоты.

Задание № 10

1. Рассчитать глубину промерзания слабого грунта при его контактном охлаждении плитой с температурой $T=77$ К, температуропроводность грунта $\alpha = 1,125 \cdot 10^{-6}$ м²/с время охлаждения $\tau=24$ часа, начальная температура грунта $T_{\text{н}}=273$ К. Изменением теплофизических свойств грунта с температурой пренебречь.
2. Предложить конструкцию маслоотделителя и маслоохладителя в едином блоке, сделать конструктивный эскиз совмещенного аппарата.

Задание № 11

1. Рассчитать температурную эффективность ребра, погруженного в воду с температурной $t_w = 8^\circ\text{C}$, высота ребра $h=70$ мм толщина ребра $\delta=0,8$ мм, материал ребра медь с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 389 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{гр}}$. Коэффициент теплоотдачи от воды $\alpha_w = 220 \frac{\text{кГ}}{\text{м}^2\cdot\text{гр}}$, температура основания ребра $t_{\text{осн}} = -15^\circ\text{C}$; расчеты выполнить на момент времени $\tau=0,5$ часа.
2. Составить обзор по методам интенсификации теплообмена в конденсаторах воздушного охлаждения.

Задание № 12

1. Рассчитать время вакуумной откачки камеры объемом $V=400$ м³ с давлением $P_H=735$ мм ртутного столба до $P_K=20$ мм ртутного столба насосом со скоростью откачки 50 л/с, определить холодопроизводительность насоса при откачке паров воды, находящейся при температуре 7°C .
2. Составить реферат – обзор по существующим средствам вакуумной откачки с позиций расхода энергии.

Задание № 13

1. Определить холодильную мощность для охлаждения 2000 кг/час молока от $t_M^{\text{нач}} = 35^\circ\text{C}$ до $t_M^{\text{кон}} = 5^\circ\text{C}$. Привести схемы охлаждения молока, дать анализ приведенных схем с точки зрения расхода энергии и капитальных затрат.
2. Составить реферат – обзор по способам получения льда.

Задание № 14

1. Рассчитать толщину слоя льда на изотермической поверхности плоской стенки с температурой $t_{\text{ст}} = -8^\circ\text{C}$, температура воды $t_w = 14^\circ\text{C}$. Вода имеет естественную конвекцию, высота стенки $h=800$ мм, время намораживания $\tau=3$ часа.
2. Составить реферат – обзор по интенсификации теплообмена при охлаждении жидких хладоносителей.

Задание № 15

1. Сделать анализ способов охлаждения воды от температуры окружающей среды 20°C , до температуры 6°C , акцент сделать на энергетических и капитальных затратах.
2. Выполнить расчет скорости охлаждения воды массой 500 кг от начальной температуры $t_w^{\text{н}} = 30^\circ\text{C}$ до конечной $t_w^{\text{к}} = 8^\circ\text{C}$ с помощью вакуумного насоса производительностью $S=300$ л/с.

$$\tau = -c_w m_0 \frac{8315}{M} \int_{T_w}^T \frac{T \cdot dt}{r \cdot s \cdot 609 \cdot e^{\frac{19,7(T-273)}{T}}}$$

Задание № 16

1. Рассчитать тепловую нагрузку, выбрать способ и изобразить схему охлаждения 1500 кг/час воды с начальной температурой $t_w^H = 60^\circ\text{C}$ до конечной $t_w^K = 7^\circ\text{C}$. Выполнить оценку размеров испарителя.
2. Составить реферат наиболее интересных публикаций журнала “Холодильная техника” за 1998 год.

Задание № 17

1. Рассчитать плотность теплового потока в аммиачном конденсаторе с межтрубной конденсацией агента, если условный коэффициент теплопередачи $K_P^I = 1500 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{гр}}$; $t_K = 34^\circ\text{C}$; средняя температура воды на охлаждение $t_{\text{вт}} = 27,2^\circ\text{C}$; удельная тепловая нагрузка $\Delta i_k = 1345 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; среднее число труб в вертикальном ряду $\bar{n} = 12$ шт.
2. Составить реферат – обзор наиболее интересных публикаций журнала “Холодильная техника” за 2007 год.

Задание № 18

1. Рассчитать динамику роста толщины слоя инея, его термосопротивление на изотермической поверхности плоской стенки при следующих исходных данных: $t_B^H = 12^\circ\text{C}$; относительная влажность $\varphi = 75\%$, температура поверхности стенки $t_{\text{ст}} = -18^\circ\text{C}$, температура поверхности инея принять $t_{\text{пов}}^{\text{ин}} = 12^\circ\text{C}$;
2. Предложить схему охлаждения 1500 кг/час молока с использованием естественного холода окружающей среды.

Задание № 19*

1. Рассчитать динамику изменения во времени толщины слоя льда. Температуры воды t_w и температуры кипения хладагента t_0 , решая систему из уравнений:

$$\frac{G_w C_{pw}}{\Delta \tau} (t_w^H - t_w) + \delta l r \rho F = \frac{(t_w - t_0) F}{\frac{1}{\alpha_w} + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_l}$$

$$\frac{(t_w - t_0) F}{\frac{1}{\alpha_w} + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_l} = 62000 + 1920 t_0$$

$$t_0 = t_{\phi} - \frac{62000 + 1920 t_0}{F} \left(\frac{0}{\alpha_w} + \left(\frac{\delta}{\lambda}\right)_l \right)$$

Начальная температура воды $t_w^H = 17^\circ\text{C}$; поверхность теплообмена $F = 35 \text{ м}^2$; коэффициент теплоотдачи, от воды к слою льда $\alpha_w = 250 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot \text{гр}}$, температура роста слоя льда $\delta l = 2\tau$; плотность льда $\rho_l = 920 \text{ кг/м}^3$; масса воды $G_w = 3,5 \cdot 10^3 \text{ кг}$.

Задание № 20

1. Определить холодильную мощность необходимую для первичной термообработки 600 кг/час свежего молока по схемес пластинчатым теплообменником. Начальная температура молока $t_M^H = 36^\circ\text{C}$, конечная температура молока $t_M^K = 4^\circ\text{C}$. Найти теплопередающую поверхность испарителя с внутритрубным кипением при использовании R22 на температурном уровне 0°C , условный коэффициент теплопередачи $K_P = 1000 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{гр}}$; массовая скорость хладагента $M = 70 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$.
2. Составить реферат обзор по теме:
 “Принципы безопасности на аммиачных холодильных установках средней и большой производительности”

Задание № 21

1. Рассчитать геометрические характеристики оребрения, выполненного на трубке $\emptyset 12 \times 1$, ребро пластинчатое, прямое размером 80x40 с двумя отверстиями под трубки, расположенными на расстоянии 40 мм друг относительно друга. Межреберный шаг $S_{\text{мр}} = 8$ мм, толщина ребра $\delta = 1$ мм
2. Предложить вариант использования горизонтального кожухотрубного конденсатора с медными накатными трубками качестве теплообменника для двух жидкостных сред (вода – вода)

Задание № 22

1. Рассчитать количество воды, требуемое для испарения при охлаждении и замораживании 20% от начальной массы воды при её вакуумировании. Начальная температура воды $t_w^H = 25^\circ\text{C}$.
2. Предложить конструкции интенсивных горизонтальных кожухотрубных конденсаторов холодильных машин.

Задание № 23

1. Разработать принципы выключения воздухоохладителя на оттаивание по выбранному типу сигналов первичных датчиков. Физические параметры, которые могут быть использованы для формирования сигналов – перепад давления, разность температур, температура обмоток электродвигателя и ТО.
2. Рассчитать максимальную толщину слоя льда на трубе $\emptyset 57 \times 3,5$ при температуре кипения хладагента $t_0 = -25^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи от воды к поверхности льда $\alpha_w = 230 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{гр}}$.