Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 10.08.2026 17:20:00
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование и расчет элементов низкотемпературной техники

Направление подготовки
16.04.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Профиль **«Перспективные холодильные системы»**

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026

Разработчик(и):

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

/ М.А. Угольникова/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Техника низких температур»,
к.т.н.



/ Д.А. Некрасов /

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине....4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы....4
3. Структура и содержание дисциплины....4
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость....5
3.2 Тематический план изучения дисциплины....5
3.3 Содержание дисциплины....5
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий....6
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)....7
Не предусмотрены....7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение....7
4.1 Нормативные документы и ГОСТы....7
4.2 Основная литература....7
4.3 Дополнительная литература....7
4.4 Электронные образовательные ресурсы....7
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение....7
5. Материально-техническое обеспечение....7
6. Методические рекомендации....7
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения....7
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины....9
7. Фонд оценочных средств....10
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения....10
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения....10
7.3 Оценочные средства....10

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Проектирование и расчет элементов низкотемпературной техники» следует отнести:

–изучение современных методов проектирования и расчета, анализа эффективности и оптимизации парокомпрессионных холодильных систем, основанных на системном подходе.

К основным задачам освоения дисциплины «Проектирование и расчет элементов низкотемпературной техники» следует отнести:

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

Обучение по дисциплине «Проектирование и расчет элементов низкотемпературной техники» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-2 - готовность использовать прикладное и специализированное программное обеспечение	ИПК-2.1 Знает прикладные компьютерные программы для разработки технической документации и создания презентаций ИПК-2.2 Умеет применять программные средства общего и специального назначения для интеллектуальной обработки полученных данных и цифрового моделирования путей их применения ИПК-2.3 Умеет применять программы дополненной и виртуальной реальности для параллельного цифрового проектирования изделия по тематике и моделирования путей его разработки и изготовления

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Проектирование и расчет элементов низкотемпературной техники» входит в Модуль «Проекты и проектная деятельность» Блока 1 основной образовательной программы магистратуры по направлению 16.04.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Проектирование и расчет элементов низкотемпературной техники» составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			1
1	**Аудиторные занятия**	**48**	48
	В том числе:		
1.1	Лекции	16	16
1.2	Семинарские/практические занятия	32	32
2	**Самостоятельная работа**		
	В том числе:	**96**	96
2.1	Тестирование	48	48
2.2	Проработка лекционного материала	48	48
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**	зачет
	Итого	**144**	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	
1.1	Тема 1. Области применения техники низких температур	18	2	4		12
1.2	Тема 2. Определение холодильной установки и холодильной машины	18	2	4		12
1.3	Тема 3. Классификация холодильных установок	18	2	4		12
1.4	Тема 4. Необходимость и методы повышения эффективности холодильных систем	18	2	4		12
1.5	Тема 5. Структура холодильных систем	18	2	4		12
1.6	Тема 6. Виды термодинамических циклов	18	2	4		12
1.7	Тема 7. Универсальный метод расчета характеристик холодильной системы	18	2	4		12
1.8	Тема 8. Анализ эффективности холодильных систем	18	2	4		12
	Итого	**144**	**16**	**32**		**96**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Области применения техники низких температур

Лекция 1. Области применения техники низких температур

Тема 2. Определение холодильной установки и холодильной машины

Лекция 2. Определение холодильной установки и холодильной машины

Тема 3. Классификация холодильных установок

Лекция 3. Классификация холодильных установок

Тема 4. Необходимость и методы повышения эффективности холодильных систем

Лекция 4. Необходимость и методы повышения эффективности холодильных систем

Тема 5. Структура холодильных систем

Лекция 5. Структура холодильных систем

Тема 6. Виды термодинамических циклов

Лекция 6. Виды термодинамических циклов

Тема 7. Универсальный метод расчета характеристик холодильной системы

Лекция 7. Универсальный метод расчета характеристик холодильной системы

Тема 8. Анализ эффективности холодильных систем

Лекция 8. Анализ эффективности холодильных систем

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

Тема 1. Области применения техники низких температур

Семинар 1. Определение коэффициента теплоотдачи

Семинар 2 Определение коэффициента теплоотдачи часть 2

Тема 2. Определение холодильной установки и холодильной машины

Семинар 3. Понятие воздушный конденсатор, конструктивная особенность и расчёт

Семинар 4 Понятие воздухоохладитель, конструктивная особенность и расчёт

Тема 3. Классификация холодильных установок

Семинар 5. Расчет расхода воздуха через конденсатор воздушного охлаждения

Семинар 6. Расчет параметров теплоносителя при работе конденсаторов с жидкостным охлаждением

Тема 4. Необходимость и методы повышения эффективности холодильных систем

Семинар 7. Основные уравнения для определения теплообмена

Семинар 8. Расчет теплопритоков

Тема 5. Структура холодильных систем

Семинар 9. Тепловой расчет для пластинчато-ребристого испарителя

Семинар 10. Тепловой расчет пластинчато-ребристого испарителя

Тема 6. Виды термодинамических циклов

Семинар 11. Определение холодильного коэффициента теоретического цикла

Семинар 12. Холодильный коэффициент теоретического цикла, отобразить графически цикл на диаграмме состояния рабочего вещества

Тема 7. Универсальный метод расчета характеристик холодильной системы Семинар 13. Анализ замораживания влаги в мелкодисперсном состоянии для капли

Семинар 14. Определение эксергетического КПД в парокомпрессионной холодильной установке

Тема 8. Анализ эффективности холодильных систем

Семинар 15. Анализ эффективности холодильных систем

Семинар 16. Расчёт парокомпрессионной холодильной установки с сепаратором-отделителем жидкости

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 24393-80 «Техника холодильная. Термины и определения»

4.2 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: 23.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.3 Дополнительная литература

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

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. ЭОР «Проектирование и расчет элементов низкотемпературной техники»
URL: https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=4070

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс», бесплатный электронный фонд, в котором содержатся документы федерального и регионального законодательства, нормативная техническая документация и авторский справочный контент. — URL: docs.cntd.ru

5. Материально-техническое обеспечение

Проведение лекций осуществляется в общеуниверситетских аудиториях, где предусмотрена демонстрация фильмов, слайдов или использование раздаточных материалов. Аудитории АВ2214 и АВ2209.

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

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, лабораторная 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, лабораторные работы 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.

При подготовке к лекционным занятиям по курсу «Проектирование и расчет элементов низкотемпературной техники» необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции, ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия, определить средства материально-технического обеспечения лекционного занятия и порядок их использования в ходе чтения лекции. Уточнить план проведения практического занятия по теме лекции.

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 чётко обозначив её характер, тему и круг тех вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать 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 риторические вопросы и самому 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 категорийный 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 – 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, лабораторного 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.

Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа.

Преподаватель, принимающий зачёт или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Работа студента направлена на:

- изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям и выполнение практических работ.
- подготовка и выполнение тестирования с использованием СДО
- написание и защита реферата по предложенной теме

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.

Не следует откладывать работу также из-за нерабочего настроения или отсутствия вдохновения. Настроение нужно создавать самому. Понимание необходимости выполнения работы, знание цели, осмысление перспективы благоприятно влияют на настроение.

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.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности представлены в таблице.

Перечень обязательных работ, выполняемых в течение семестра по дисциплине «Проектирование и расчет элементов низкотемпературной техники»

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Тестирование	Оценка преподавателя «зачтено», если результат тестирования по шкале (приложение Б) составляет более 41 %.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

6.2.1. Шкала оценивания тестирования

Результат тестирования оценивается по процентной шкале оценки.

Оценка	Количество правильных ответов
отлично	от 81% до 100%
хорошо	от 61% до 80%
удовлетворительно	от 41% до 60%
неудовлетворительно	40% и менее правильных ответов

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

7.3.1.1. Пример тестовых заданий:

1. Максимальное давление в выходном сечении насоса, при котором он может осуществлять работу

а. предельное давление насоса

б. наибольшее выпускное давление

в. давление запуска вакуумного насоса

2. Отделяет масло от хладагента, собирает его, направляет в картер компрессора –

а. Маслоотделитель

б. Ресивер

в. Отделитель жидкости

3. Масло, оседающее на трубах испарителя теплообмен

а. не имеет значения

б. улучшает

в.ухудшает

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к зачету

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.

32. Методы оптимизации ХС.