Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 18.09.2025 13:48:58
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 /
« 27 » февраля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Транспортные криогенные системы

Направление подготовки
16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Профиль
Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

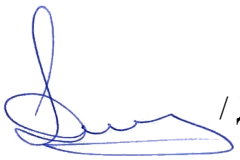
Москва, 2025 г.

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.....4
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).....6
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение.....6
4.1 Нормативные документы и ГОСТы.....6
4.2 Основная литература.....6
4.3 Дополнительная литература.....6
4.4 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 8
7. Фонд оценочных средств.....9
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения.....9
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 «Транспортные криогенные системы» следует отнести:

– изучение студентами разделов холодильной техники, относящихся к производству искусственного холода и его применению при транспортировании и хранении криогенных продуктов в условиях промышленности.

К основным задачам освоения дисциплины «Транспортные криогенные системы» следует отнести:

- изучение типов и конструкций емкостей для транспортировки криопродуктов
- изучение типов и конструкций транспортного криогенного оборудования

Обучение по дисциплине «Транспортные криогенные системы» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-3. Способен разрабатывать методику расчета или проектирования и проводить их	- Знает виды и методики расчетов системы холодоснабжения - Умеет выбирать методы и алгоритм конструирования узловых соединений, стыков и соединений элементов системы холодоснабжения - Умеет определять методику расчета и определения тепловых нагрузок на систему холодоснабжения в соответствии с положениями нормативных правовых актов в сфере технического регулирования и стандартизации и видом расчета - Умеет выбирать наиболее эффективную конструктивную схему системы холодоснабжения

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Транспортные криогенные системы» относится к элективным дисциплинам Блока 1 основной образовательной программы бакалавриата по направлению 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Транспортные криогенные системы» составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часа (ов)).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

Дисциплина «Транспортные криогенные системы»

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			8	
1	**Аудиторные занятия**	**54**	**54**	
	В том числе:			

1.1	Лекции	36	36	
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18	
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**			
	В том числе:	**90**	**90**	
2.1	Тестирование	18	18	
2.2	Проработка лекционного материала	18	18	
2.3	Подготовка к семинарам	36	36	
2.4	Подготовка курсовой работы	18	18	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**экзамен**	**экзамен**	
	Итого	**144**	**144**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

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. Особенности хранения и транспортировки криопродуктов	**56**	20	6		30
1.2	Тема 2. Емкости для транспортировки криопродуктов	**36**	4	2		30
1.3	Тема 3. Транспортное криогенное оборудование	**52**	12	10		30
	Итого	**144**	**36**	**18**		**90**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Особенности хранения и транспортировки криопродуктов

Криогенные жидкости и газы. Сжиженные газы. Свойства газов. Влияние свойств на конструкции аппаратов. Меры безопасности при эксплуатации криогенного оборудования. Материалы для производства криогенного оборудования. Криогенные сосуды малого объема, сосуды Дьюара

Тема 2. Емкости для транспортировки криопродуктов

Технологическое оборудование для эксплуатации криогенных жидкостей и газов. Конструкция криогенных резервуаров. Мобильные транспортируемые резервуары. Емкости контейнерного исполнения. Цистерны.

Тема 3. Транспортное криогенное оборудование

Криогенные цистерны-полуприцепы для транспортирования жидких продуктов разделения воздуха, диоксида углерода и сжиженного природного газа.

Криогенные контейнеры. Криогенные газификаторы малого объема (транспортные).

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

Тема 1. Особенности хранения и транспортировки криопродуктов
Тема 2. Емкости для транспортировки криопродуктов
Тема 3. Транспортное криогенное оборудование

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

1. Расчет емкости для хранения криопродуктов.
2. Расчет емкости для транспортировки криопродуктов.
3. Расчет испаряемости в транспортном криогенном оборудовании.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 26460-85. Продукты разделения воздуха. Газы. Криопродукты. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. - М.: Стандартинформ, 2006.

2. ГОСТ 32968-2014 Оборудование холодильное. Агенты холодильные. Требования по применению и извлечению. - М.: Стандартинформ, 2019.

3. ГОСТ 33662.1-2015 (ISO 5149-1:2014) Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 1. Определения, классификация и критерии выбора. - М.: Стандартинформ, 2016.

4.2 Основная литература

1. Короткий, И. А. Теория и расчет криогенных систем : учебное пособие / И. А. Короткий. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 166 с. — ISBN 978-5-8353-2918-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/290588 (дата обращения: 28.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Криогенная испарительная система охлаждения : учебное пособие / Д. В. Сармин, В. М. Боровик, А. Б. Шиманова [и др.]. — Самара : Самарский университет, 2023. — 100 с. — ISBN 978-5-7883-1984-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/406760 (дата обращения: 28.07.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.3 Дополнительная литература

1. Компрессорное оборудование газонаполнительных, воздухоразделительных и передвижных компрессорных станций : учебное пособие / С. С. Бусаров, В. Л. Юша, А. В. Недовенчаный [и др.]. — Омск : ОмГТУ, 2022. — 124 с. — ISBN 978-5-8149-3516-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/343751 (дата обращения: 29.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сизов, А. А. Эксплуатация заправочных систем стартовых комплексов в полигонных условиях : учебное пособие / А. А. Сизов, А. В. Свяжин. — Москва : МАИ, 2022. — 58 с. — ISBN 978-5-4316-0928-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/344069 (дата обращения: 29.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено.

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 «Транспортные криогенные системы» 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, лабораторных занятиям и выполнение практических работ и лабораторных работ.

- подготовку к прохождению тестирования с использованием общеобразовательного портала
- 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 «Транспортные криогенные системы»

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

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. Какой вид транспорта применяют для перевозок криопродуктов?
а. автомобильный
б. водный
в. воздушный
г. железнодорожный

2. В каких случаях целесообразно применять криогенные контейнеры?
а. обратный поток груза
б. транспортировка разными видами транспорта
в. все перечисленные

3. Какие криопродукты можно перевозить в жидком состоянии при атмосферном давлении?
а. азот, гелий
б. азот, СПГ
в. азот, водород
г. азот, аргон, гелий

7.3.2. Промежуточная аттестация

7.3.2.1. Вопросы к зачету по дисциплине «Транспортные криогенные системы»

1. Безопасность эксплуатации криогенных резервуаров, газификаторов и криоцилиндров
2. Особенности хранения и транспортировки криопродуктов
3. Криогенные жидкости и газы.
4. Сжиженные газы.
5. Свойства газов. Влияние свойств на конструкции аппаратов.
6. Материалы для производства криогенного оборудования.
7. Криогенные сосуды малого объема, сосуды Дьюара

8. Криогенные сосуды большого объема
9. Емкости для транспортировки криопродуктов
10. Технологическое оборудование для эксплуатации криогенных жидкостей и газов.
11. Конструкция криогенных резервуаров.
12. Мобильные транспортируемые резервуары.
13. Емкости контейнерного исполнения.
14. Криогенные цистерны.
15. Транспортное криогенное оборудование
16. Криогенные цистерны-полуприцепы для транспортирования жидких продуктов разделения воздуха, диоксида углерода и сжиженного природного газа.
17. Криогенные контейнеры.
18. Криогенные газификаторы малого объема (транспортные).