Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 03.07.2025 13:24:14
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b348

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

«Установки систем сжижения газов»

Направление подготовки
16.04.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Профиль **«Криогенные технологии индустрии водорода и систем сжиженного газа»**

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2025 г.

Разработчик(и):

доцент, к.т.н. / А.Е. Ермолаев /

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 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
5. Материально-техническое обеспечение 8
6. Методические рекомендации 8
7. Фонд оценочных средств 10

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Установки систем сжижения газов» следует отнести:

– получение знаний в области производства, хранения, транспорта и регазификации сжиженных природных газов (СПГ).

К основным задачам освоения дисциплины «Установки систем сжижения газов» следует отнести:

– формирования знаний по основным физико-химическим и эксплуатационным свойствам сжиженных природных газов;

– получение представления о выборе оптимального решения переработки углеродного сырья;

– сформировать знания об устройстве и функционировании систем сжижения природного газа.

Обучение по дисциплине «Установки систем сжижения газов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ИУК-2.1. Разрабатывает концепцию управления проектом на всех этапах его жизненного цикла в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель и пути достижения, задачи и способы их решения, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения. ИУК-2.2. Разрабатывает план реализации проекта в соответствии с существующими условиями, необходимыми ресурсами, возможными рисками и распределением зон ответственности участников проекта. ИУК-2.3. Осуществляет мониторинг реализации проекта на всех этапах его жизненного цикла, вносит необходимые изменения в план реализации проекта с учетом количественных и качественных параметров достигнутых промежуточных результатов.
ПК-3 - готовность осуществлять сбор и анализ информации и проводить проектирование и расчет систем жизнеобеспечения	ИПК-3.1 Знает теорию создания систем жизнеобеспечения, терморегулирования и агрегатов пневмогидравлических систем ИПК-3.2 Знает методологию создания моделей, описывающих функционирование систем жизнеобеспечения, терморегулирования и агрегатов пневмогидравлических систем ИПК-3.3 Умеет осуществлять своевременный сбор и анализ информации (данных) о передовых технологических решениях для выявления наилучших параметров с последующим применением их в разработке тематической продукции ИПК-3.4 Умеет применять методики проведения общих и

	специальных расчетов по тематике для получения необходимых технических данных

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Установки систем сжижения газов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

– «Воздухоразделительные установки»

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

– «Рабочие вещества низкотемпературных систем»;

– «Перспективы и направления развития и применения низкотемпературных систем и установок».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часа (ов)).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			3	
1	**Аудиторные занятия**	**48**	**48**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	16	16	
1.2	Семинарские/практические занятия	32	32	
2	**Самостоятельная работа**	**96**	**96**	
	В том числе:			
2.1	Проработка лекционного материала	48	48	
2.2	Подготовка к семинарам	48	48	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/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	Практическая подготовка	
1	Введение. Области применения сжиженных газов	12	2				10
2	Современное производство сжиженных газов	22	4	2			16
3	Технологии и технические средства хранения и транспортировки сжиженных газов	30	4	8			18
4	Криогенные циклы для получения сжиженных газов	34	2	12			20
5	Зависимость свойств СПГ от его компонентного состава	24	2	6			16
6	Пожаровзрывобезопасность и экология	22	2	4			16
	Итого	**108**	**16**	**32**			**96**

3.3 Содержание дисциплины

Введение. Области применения сжиженных газов
Современное производство сжиженных газов
Технологии и технические средства хранения и транспортировки сжиженных газов
Криогенные циклы для получения сжиженных газов
Зависимость свойств СПГ от его компонентного состава
Пожаровзрывобезопасность и экология

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

1. Современное производство сжиженных газов
2. Технологии и технические средства хранения и транспортировки сжиженных газов
3. Криогенные циклы для получения сжиженных газов
4. Зависимость свойств СПГ от его компонентного состава
5. Пожаровзрывобезопасность и экология

3.4.2. Лабораторные занятия

Не предусмотрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрены.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 33662.4-2015 (ISO 5149-4:2014) Холодильные системы и тепловые насосы. Требования безопасности и охраны окружающей среды. Часть 4. Эксплуатация, техническое обслуживание, ремонт и восстановление [Текст]. - Введ. 2017-07-01. - М. : Госстандарт России: Изд-во стандартов, 2016.

4.2 Основная литература

1. Могилат, Г. А. Газоснабжение потребителей сжиженным газом: Практическое пособие : учебное пособие / Г. А. Могилат. — Минск : ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ, 2017. — 40 с. — ISBN 978-985-6809-57-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/317276 (дата обращения: 31.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Мельничук, В. Г. Резервуарные установки и трубопроводы для газоснабжения сжиженными угле-водородными газами жилых домов, общественных зданий и сооружений : практ. пособие / Мельничук, В.Г.. — Минск : ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ, 2015. — 80 с. — ISBN 978-985-6809-34-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/312125 (дата обращения: 31.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.3 Дополнительная литература

1. Мельничук, В. Г. Эксплуатация газонаполнительных станций сжиженных углеводородных газов: справочник газовика : справочник / В. Г. Мельничук, И. В. Линчук ; под редакцией А. Э. Мороза. — Минск : ГИПК «ГАЗ-ИНСТИТУТ, 2022. — 265 с. — ISBN 978-985-7284-05-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/312149 (дата обращения: 31.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Старовойтова, Е. В. Основы прогнозирования последствий аварийных залповых выбросов сжиженных газов : монография / Е. В. Старовойтова, А. Д. Галеев, С. И. Поникаров. — Казань : КНИТУ, 2013. — 155 с. — ISBN 978-5-7882-1512-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

https://e.lanbook.com/book/73347 (дата обращения: 31.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

ЭОР не разработан, возможно частичное использование ЭОР «Теоретические основы криогенной техники»

https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=2383

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

нет

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

нет

Ссылки на ресурсы должны содержать актуальный электронный адрес и быть доступными для перехода с любого компьютера.

5. Материально-техническое обеспечение

Лекционные и практические занятия и лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях кафедры Ав2214 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.

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.

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 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 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 и лабораторных 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, 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.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

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

- изучение теоретического материала, подготовка к лекционным, 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.

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, выполняемых в течение семестра

- Устный опрос, собеседование
- Тестирование

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Результаты обучения оцениваются по балльной шкале, баллы начисляются студенту по результатам выполнения обязательных работ.

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

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Темы для устных опросов

1. Физико-химические свойства сжиженных углеводородных газов
2. Физико-химические свойства синтетических жидких топлив
3. Технологии производства сжиженных нефтяных газов
4. Технологии производства сжиженного природного газа
5. Технологии производства синтетических жидких топлив
6. Производство жидких углеводородов путем утилизации низконапорных и факельных попутных газов нефтяных и газовых месторождений
7. Транспорт сжиженных углеводородных газов
8. Хранение сжиженных углеводородных газов
9. Станции (базы) и терминалы приема, хранения и распределения сжиженных газов
10. Использование сжиженных углеводородных газов

Пример тестового задания

1. Применение двух и более уровней предварительного охлаждения характерно при сжижении …

=водорода
~азота
~воздуха
~диоксида углерода

2. Для охлаждения газа в ваннах применяют кипение …

=азота
~неона
~воздуха
~аргона

3. В детандерах энергия сжатого газа преобразуется в …

=работу
~внутреннюю энергию
~кинетическую энергию
~потенциальную энергию

4. Из чего в основном состоит СПГ?
~из бутана
=из метана
~из пропилена
~из этилена

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена 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 «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Примерные вопросы к экзамену

1. Физико-химические свойства сжиженных углеводородных газов.
2. Физико-химические свойства синтетических жидких топлив.
3. Технологии производства сжиженных нефтяных газов.
4. Технологии производства сжиженного природного газа.
5. Технологии производства синтетических жидких топлив.
6. Производство жидких углеводородов путем утилизации низконапорных и факельных попутных газов нефтяных и газовых месторождений.
7. Транспорт сжиженных углеводородных газов.
8. Хранение сжиженных углеводородных газов.
9. Станции (базы) и терминалы приема, хранения и распределения сжиженных газов.
10. Использование сжиженных углеводородных газов.
11. Опасности сжиженных газов.
12. Технологии сжижения газов.

Образец экзаменационного билета

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

Факультет **ХТиБ** Кафедра **Техника низких температур**
Дисциплина **Установки систем сжижения газов**
Направление **16.04.03**
Курс 1 группа **224-551,** форма обучения **очная**

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Физико-химические свойства сжиженных углеводородных газов
2. Технологии производства синтетических жидких топлив
3. Опасности сжиженных газов.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Установки систем сжижения газов».

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	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.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетвори-тельно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетвори-тельно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных 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.