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

«Низкопотенциальные энергоустановки»

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 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
5. Материально-техническое обеспечение 8
6. Методические рекомендации 9
7. Фонд оценочных средств 11

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «**Низкопотенциальные энергоустановки**» следует отнести:

– научные и практические основы проектирования низкотемпературных и низкопотенциальных систем,

– меры и методы безопасности при производстве и применении криопродуктов в низкотемпературных системах.

К **основным задачам** освоения дисциплины «**Низкопотенциальные энергоустановки**» следует отнести:

– освоение практических основ проектирования низкотемпературных и низкопотенциальных систем;

– способность обеспечить безопасное производство и применениенизкотемпературных системах.

Обучение по дисциплине «Низкопотенциальные энергоустановки» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2. Способен использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики;	ИОПК-2.1. Знает: Методы и способы решения базовых задач в технических системах ИОПК-2.2. Умеет: Совершенствовать свою профессиональную деятельность с применением методов и способов решения базовых задач в технических системах ИОПК-2.3. Владеет: методами и способами решения базовых задач в технических системах
ОПК-5. Способен осуществлять научный поиск и разработку новых перспективных подходов и методов к решению профессиональных задач, участвовать в научной и инновационной деятельности;	ИОПК-5.1. Знает: методы работы с патентной и нормативной документацией, способы анализа и обобщения полученной информации ИОПК-5.2. Умеет: работать с литературными источниками, осуществлять поиск оптимальных решений, участвовать в научной и инновационной деятельности ИОПК-5.3. Владеет: навыками анализа и обобщения полученной профессиональной информации для получения инновационных решений профессиональных задач

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Низкопотенциальные энергоустановки» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

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

– «Рабочие вещества низкотемпературных систем».

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(е) единиц(ы) (108 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**	**32**	**32**	
	В том числе:			
1.1	Лекции	20	20	
1.2	Семинарские/практические занятия	12	12	
2	**Самостоятельная работа**	**76**	**76**	
	В том числе:			
2.1	Проработка лекционного материала	48	48	
2.2	Подготовка к семинарам	28	28	
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**		
	Итого	**108**	108	

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	Самост

			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Системы низкопотенциальной энергетики как ветвь нетрадиционной энергетики. Тепловые насосы для децентрализованного теплоснабжения.	12	2				10
2	Классификация и области применения системы низкопотенциальной энергетики, требования, предъявляемые к ним.. Виды и свойства низкопотенциальных тепловых ресурсов, применение в различных типах систем низкопотенциальной энергетики. .	12	2				10
3	Критерии энергетической эффективности систем, коэффициенты преобразования энергии, коэффициенты использования первичной энергии.	16	4				12
4	Рабочие вещества, применение в различных типах систем низкопотенциальной энергетики	18	4	2			12
5	Схемы, параметры, оборудование систем: парокомпрессионных тепловых насосов, абсорбционных термотрансформаторов, низкопотенциальных энергоустановок, теплонасосных опреснителей соленой воды, комбинированных энергосберегающих систем. Экономическая эффективность. Критерии. Методика расчета удельных приведенных затрат на выработку холода, тепла и электроэнергии.	18	4	2			12
6	Оценка экологической эффективности применения систем низкопотенциальной энергетики.	36	4	8			24

	Схемы, прямые и обратные термодинамические циклы.						
	Итого	**108**	**20**	**12**			**76**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1 Системы низкопотенциальной энергетики как ветвь нетрадиционной энергетики. Тепловые насосы для децентрализованного теплоснабжения.

Раздел 2 Классификация и области применения системы низкопотенциальной энергетики, требования, предъявляемые к ним.. Виды и свойства низкопотенциальных тепловых ресурсов, применение в различных типах систем низкопотенциальной энергетики. .

Раздел 3 Критерии энергетической эффективности систем, коэффициенты преобразования энергии, коэффициенты использования первичной энергии.

Раздел 4 Рабочие вещества, применение в различных типах систем низкопотенциальной энергетики

Раздел 5 Схемы, параметры, оборудование систем: парокомпрессионных тепловых насосов, абсорбционных термотрансформаторов, низкопотенциальных энергоустановок, теплонасосных опреснителей соленой воды, комбинированных энергосберегающих систем. Экономическая эффективность. Критерии. Методика расчета удельных приведенных затрат на выработку холода, тепла и электроэнергии.

Раздел 6 Оценка экологической эффективности применения систем низкопотенциальной энергетики. Схемы, прямые и обратные термодинамические циклы.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

1. Раздел 4 Рабочие вещества, применение в различных типах систем низкопотенциальной энергетики
2. Раздел 5 Схемы, параметры, оборудование систем: парокомпрессионных тепловых насосов, абсорбционных термотрансформаторов, низкопотенциальных энергоустановок, теплонасосных опреснителей соленой воды, комбинированных энергосберегающих систем. Экономическая эффективность. Критерии. Методика расчета удельных приведенных затрат на выработку холода, тепла и электроэнергии.
3. Раздел 6 Оценка экологической эффективности применения систем низкопотенциальной энергетики. Схемы, прямые и обратные термодинамические циклы.

3.4.2. Лабораторные занятия

Не предусматрены.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

нет

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. Усов, А. В. Актуальные проблемы и перспективы развития низкотемпературной техники : учебное пособие / А. В. Усов. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 136 с. — ISBN 978-5-8353-2675-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162592 (дата обращения: 18.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Применение тепловых насосов в системах централизованного теплоснабжения : монография / А. Г. Батухтин, М. В. Кобылкин, С. А. Иванов, М. Г. Барановская. — Чита : ЗабГУ, 2018. — 251 с. — ISBN 978-5-9293-2126-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/271709(дата обращения: 30.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.3 Дополнительная литература

1. Расщепкин, А. Н. Тепловые насосы : учебное пособие / А. Н. Расщепкин, В. М. Столетов ; под редакцией Т. Г. Черненко. — Кемерово : КемГУ, 2020. — 128 с. — ISBN 978-5-8353-2630-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/156114(дата обращения: 30.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Низкопотенциальные энергоустановки
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=5768

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. Тепловой насос воздух-вода. Схема температур. (Ролик).
2. Тепловой насос вода-вода на диоксиде углерода.
3. Опреснители соленой воды. Назначение, виды.
4. Выпарные опреснители.

5. Теплонасосный опреснитель. Принципиальная схема.

6. Сравнение различных типов генераторов тепловой энергии по коэффициенту использования первичной энергии.

7. Тепловые насосы вода-вода.

8. Схемы, циклы децентрализованного теплоснабжения,

9. Тепловой насос вода-вода с приводом от теплового двигателя.

10. Тепловой насос воздух-воздух, обратимый. Схема температур.

Пример тестового задания.

1. На сколько % низкопотенциальные энергоустановки, утилизирующие тепло выхлопных газов, повышают КПД газотурбинной установки?

1. 7%
2. 10%
3. 13%
4. 5%

2. Какая единичная тепловая мощность у воздухо-воздушные реверсивные теплонасосной установки круглогодичного кондиционирования в Японии?

1. от 1,2 до 16,5 кВт
2. от 25,7 до 95,5 кВт
3. от 12,3 до 20,8 кВт
4. от 10,25 до 42,3 кВт

3. Когда был синтезирован первый фреон?

~В 1910 годах
=В 1930 годах
~В 1950 годах
~В 1970 годах

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 зачету

1. Нетрадиционная энергетика. Классификация. Возобновляемые источники энергии.

2. Системы низкопотенциальной энергетики (СНЭ). Виды СНЭ. Области применения. Источники низкопотенциального тепла. Применяемые рабочие вещества.

3. Тепловые насосы (ТН). Классификация. Виды термодинамических циклов. Условия эффективного применения. Оценка энергетической эффективности. Области применения. Оценка экономической эффективности. Замещение органического топлива с помощью ТН.

4. Опреснители соленой воды. Назначение, виды. Выпарные опреснители. Теплонасосный опреснитель. Принципиальная схема. Оценка энергетической эффективности.

5. Сравнение различных типов генераторов тепловой энергии по коэффициенту использования первичной энергии.

6. Тепловые насосы вода-вода. Схемы, циклы децентрализованного теплоснабжения, в том числе обратимые схемы включения ТН в системы централизованного теплоснабжения.

7. Тепловой насос вода-вода с приводом от теплового двигателя.

8. Тепловой насос воздух-воздух, обратимый. Схема температур.

9. Тепловой насос вода-вода на диоксиде углерода.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Низкопотенциальные энергоустановки».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	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.
Не зачтено	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.