

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:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Рабочие вещества низкотемпературных систем»**

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):**

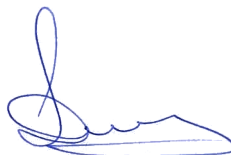
доцент, к.т.н.



/ А.Е. Ермолаев /

**Согласовано:**

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



/ Д.А. Некрасов /

### **1. Цели освоения дисциплины.**

К **основной цели** освоения дисциплины «**Рабочие вещества низкотемпературных систем**» следует отнести изучение разделов техники низких температур, касающихся рационального выбора и применения рабочих веществ в холодильных машинах и системах низкопотенциальной энергетики.

К **основным задачам** освоения дисциплины «**Рабочие вещества низкотемпературных систем**» следует отнести:

- освоение методологии анализа и выбора принципов и методов подбора холодильных агентов;
- освоение методологии анализа и выбора хладоносителей;
- овладение методиками анализа эффективности применения рабочих веществ в конкретных условиях.

### **2. Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина «Рабочие вещества низкотемпературных систем» относится к числу профессиональных учебных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина «Рабочие вещества низкотемпературных систем» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- «Низкопотенциальные энергоустановки».
- «Перспективы развития низкотемпературных систем и установок»
- «Расчет и проектирование машин, аппаратов и установок холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения».

### **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	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
-----------------	--------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

	обладать	
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• термодинамические и теплофизические свойства основных рабочих веществ, уравнения состояния, таблицы, диаграммы параметров состояния;</li> <li>• методику расчёта характеристик низкопотенциальных систем при использовании различных рабочих веществ;</li> <li>• достоинства и недостатки существующих рабочих веществ и хладоносителей;</li> <li>• области применения различных рабочих веществ и хладоносителей;</li> <li>• принципы выбора оптимального рабочего вещества для конкретных низкопотенциальных систем.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• проводить расчёт и анализ термодинамических циклов;</li> <li>• рассчитывать эффект от применения или замены конкретного рабочего вещества;</li> <li>• выбирать рабочие вещества первичного и вторичного контуров с принципиальной схемой машины для заданных условий её работы.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• методиками расчета и оценки эффективности холодильного цикла;</li> <li>• навыками работы в программах построения диаграмм свойств рабочих веществ;</li> <li>• навыками работы в программах построения рабочих циклов холодильных машин.</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, т.е. 144 академических часов (из них 90 часов – самостоятельная работа студентов).

На первом курсе в **первом** семестре выделяется 4 зачетные единицы, т.е. 144 академических часа (из них 90 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины **«Рабочие вещества низкотемпературных систем»** изучаются на первом курсе, форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины **«Рабочие вещества низкотемпературных систем»** по срокам и видам работы отражены в приложении.

#### Содержание разделов дисциплины

1. Вводная часть.
2. Рабочие вещества первичного контура (хладагенты).
3. Рабочие вещества вторичного контура (хладоносители).
4. Холодильные масла.

#### 5. Образовательные технологии.

Методика преподавания дисциплины «Рабочие вещества низкотемпературных систем» 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:

- обсуждение и защита рефератов по дисциплине;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;
- проведение мастер-классов экспертов и специалистов по методам и средствам измерений, испытаний и контроля.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Рабочие вещества низкотемпературных систем» и в целом по дисциплине составляет 37% аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 30% 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:

В первом семестре

- реферат по теме: **«Рабочие вещества низкотемпературных систем»** (индивидуально для каждого обучающегося)
- самостоятельная работа по расчету циклов углеводородных хладагентов.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают контрольные вопросы и задания в форме бланкового и (или) компьютерного тестирования, для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины, защита рефератов, курсового проекта.

Образцы тестовых заданий, заданий курсовых проектов, 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
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

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).

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: термодинамические и теплофизические свойства основных рабочих веществ, уравнения состояния, таблицы, диаграммы параметров состояния; методику расчёта	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: термодинамическое и теплофизические свойства основных рабочих веществ, уравнения состояния, таблицы, диаграммы параметров состояния; методику расчёта	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: термодинамические и теплофизические свойства основных рабочих веществ, уравнения состояния, таблицы, диаграммы параметров состояния; методику расчёта характеристик низкопотенциальных систем при использовании	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: термодинамические и теплофизические свойства основных рабочих веществ, уравнения состояния, таблицы, диаграммы параметров состояния; методику расчёта характеристик низкопотенциальных систем при	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: термодинамические и теплофизические свойства основных рабочих веществ, уравнения состояния, таблицы,

<p>характеристик низкопотенциальных систем при использовании и различных рабочих веществ; достоинства и недостатки существующих рабочих веществ и хладоносителей; области применения различных рабочих веществ и хладоносителей; принципы выбора оптимального рабочего вещества для конкретных низкопотенциальных систем</p>	<p>таблицы, диаграммы параметров состояния; методику расчёта характеристик низкопотенциальных систем при использовании различных рабочих веществ; достоинства и недостатки существующих рабочих веществ и хладоносителей; области применения различных рабочих веществ и хладоносителей; принципы выбора оптимального рабочего вещества для конкретных низкопотенциальных систем</p>	<p>различных рабочих веществ; достоинства и недостатки существующих рабочих веществ и хладоносителей; области применения различных рабочих веществ и хладоносителей; принципы выбора оптимального рабочего вещества для конкретных низкопотенциальных систем. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>использовании различных рабочих веществ; достоинства и недостатки существующих рабочих веществ и хладоносителей; области применения различных рабочих веществ и хладоносителей; принципы выбора оптимального рабочего вещества для конкретных низкопотенциальных систем, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>диаграммы параметров состояния; методику расчёта характеристик низкопотенциальных систем при использовании различных рабочих веществ; достоинства и недостатки существующих рабочих веществ и хладоносителей; области применения различных рабочих веществ и хладоносителей; принципы выбора оптимального рабочего вещества для конкретных низкопотенциальных систем свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b> проводить расчёт и анализ термодинамических циклов; рассчитывать эффект от применения или замены конкретного рабочего вещества; выбирать рабочие вещества первичного и вторичного контуров с принципиальн</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет проводить расчёт и анализ термодинамических циклов; рассчитывать эффект от применения или замены конкретного рабочего вещества; выбирать рабочие вещества первичного и вторичного контуров с</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: проводить расчёт и анализ термодинамических циклов; рассчитывать эффект от применения или замены конкретного рабочего вещества; выбирать рабочие вещества первичного и вторичного контуров с принципиальной схемой машины для заданных условий её работы. Допускаются значительные ошибки,</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: проводить расчёт и анализ термодинамических циклов; рассчитывать эффект от применения или замены конкретного рабочего вещества; выбирать рабочие вещества первичного и вторичного контуров с принципиальной схемой машины для заданных условий её работы. Умения</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: проводить расчёт и анализ термодинамических циклов; рассчитывать эффект от применения или замены конкретного рабочего вещества; выбирать рабочие вещества</p>

ой схемой машины для заданных условий её работы.	принципиальной схемой машины для заданных условий её работы.	проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	первичного и вторичного контуров с принципиальной схемой машины для заданных условий её работы. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> методиками расчета и оценки эффективности и холодильного цикла; навыками работы в программах построения диаграмм свойств рабочих веществ; навыками работы в программах построения рабочих циклов холодильных машин.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методиками расчета и оценки эффективности холодильного цикла; навыками работы в программах построения диаграмм свойств рабочих веществ; навыками работы в программах построения рабочих циклов холодильных машин.	Обучающийся владеет методами и методиками расчета и оценки эффективности холодильного цикла; навыками работы в программах построения диаграмм свойств рабочих веществ; навыками работы в программах построения рабочих циклов холодильных машин. Обучающийся испытывает затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методами и методиками расчета и оценки эффективности холодильного цикла; навыками работы в программах построения диаграмм свойств рабочих веществ; навыками работы в программах построения рабочих циклов холодильных машин. но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами и методиками расчета и оценки эффективности холодильного цикла; навыками работы в программах построения диаграмм свойств рабочих веществ; навыками работы в программах построения рабочих циклов холодильных машин, 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 «Рабочие вещества низкотемпературных систем» (указывается что именно – прошли промежуточный контроль, выполнили все работы, выступили с докладом и т.д.)*

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
<i>Зачтено</i>	<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>
<i>Не зачтено</i>	<i>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.</i>

**Фонды оценочных средств представлены в приложении 1 к рабочей программе.**

**Структура и содержание дисциплины «Рабочие вещества низкотемпературных систем» по направлению подготовки 16.04.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (магистр)**

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
	<b>Первый семестр</b>														
1	Вводная часть.	1	1	2			10								
2	Рабочие вещества первичного контура (хладагенты).	1	1-10	8	20	8	30								
3	Рабочие вещества вторичного контура (хладоносители).	1	11-17	6	16		30								
4	Холодильные масла	1	18	2			20								
	<i>Форма аттестации</i>		19-21						+						3
	<b>Всего часов по дисциплине во всех семестрах</b>			18	36		90			+		+			

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

### *а) основная литература:*

1. Теплонасосные установки в отраслях агропромышленного комплекса : учебник / Б. С. Бабакин, А. Э. Суслов, Ю. А. Фатыхов, В. Н. Эрлихман. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1435-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211418> (дата обращения: 25.09.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### *б) дополнительная литература:*

1. Мишанин, Ю. Ф. Биотехнология рациональной переработки животного сырья : учебное пособие для вузов / Ю. Ф. Мишанин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 720 с. — ISBN 978-5-8114-8337-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175152> (дата обращения: 25.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### *в) программное обеспечение и интернет-ресурсы:*

Программное обеспечение – Microsoft Office 2013.

Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные на сайте <http://lib.mami.ru> в разделе «Библиотека», а также в электронных библиотечных системах, с которыми заключены договоры Университетом.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Лекционные и практические занятия проводятся в специализированной аудитории кафедры Ав2103, оснащенной учебными столами, стульями, аудиторной доской, рабочим местом преподавателя, оборудованием для выполнения лабораторных работ.

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, лабораторным, 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, 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 четко обозначив ее характер, тему и круг тех вопросов, которые в ее 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 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.

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, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:

научно-исследовательская, включая расчетно-экспериментальную

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Рабочие вещества низкотемпературных систем»**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

---

---

---

**Составители:** Ермолаев А.Е.

Москва, 2022 год

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Рабочие вещества низкотемпературных систем					
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				
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- термодинамические и теплофизические свойства основных рабочих веществ, уравнения состояния, таблицы, диаграммы параметров состояния;</li> <li>- методику расчёта характеристик низкопотенциальных систем при использовании различных рабочих веществ;</li> <li>- достоинства и недостатки существующих рабочих веществ и хладоносителей;</li> <li>- области применения различных рабочих веществ и хладоносителей;</li> <li>- принципы выбора оптимального рабочего вещества для конкретных низкопотенциальных систем.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить расчёт и анализ</li> </ul>	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	УО, Т,	<p><b>Базовый уровень</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знает области применения различных рабочих веществ и хладоносителей;</li> <li>принципы выбора оптимального рабочего вещества для конкретных низкопотенциальных систем.</li> </ul> <p><b>Повышенный уровень</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-владеет методиками расчета и оценки эффективности холодильного цикла, навыками работы в программах построения диаграмм свойств рабочих веществ</li> </ul>



		<p>термодинамических циклов;  - рассчитывать эффект от применения или замены конкретного рабочего вещества;  - выбирать рабочие вещества первичного и вторичного контуров с принципиальной схемой машины для заданных условий её работы.</p> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методиками расчета и оценки эффективности холодильного цикла;</li> <li>- навыками работы в программах построения диаграмм свойств рабочих веществ;</li> <li>- навыками работы в программах построения рабочих циклов холодильных машин.</li> </ul>			
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

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

**Перечень оценочных средств по дисциплине  
«Рабочие вещества низкотемпературных систем»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	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)

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий			
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Недифференцированный зачет	
		Критерии оценивания	
		зачтено	не зачтено
<p>знает термодинамические и теплофизические свойства основных рабочих веществ, уравнения состояния, таблицы, диаграммы параметров состояния;</p> <p>- методику расчёта характеристик низкопотенциальных систем при использовании различных рабочих веществ;</p> <p>- достоинства и недостатки существующих рабочих веществ и хладоносителей;</p> <p>- области применения различных рабочих веществ и хладоносителей;</p> <p>- принципы выбора оптимального рабочего вещества для конкретных низкопотенциальных систем.</p>	1-3	<p>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.</p>	<p>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.</p>

## Вопросы к зачету

по дисциплине «Рабочие вещества низкотемпературных систем»

1. Что представляют собой фреоны, и как они были получены.
2. Преимущества фреонов перед другими агентами.
3. Четыре поколения хладагентов.
4. Классификация хладагентов.
5. Требования к хладагентам.
6. Основные принципы буквенно-цифрового обозначения хладагентов.
7. Экологические показатели хладагентов.
8. Показатель TEWI.
9. Механизм разрушения стратосферного озона.
10. Какие вещества могут разрушать озон.
11. Механизм глобального потепления.
12. Основные парниковые газы.
13. Международные соглашения по ограничениям применения хладагентов.
14. Основные альтернативные хладагенты и их свойства и особенности (ограничения).
15. Основные природные хладагенты и их свойства и особенности (ограничения).
16. Системы с непосредственным кипением хладагента и промежуточным охлаждением.
17. Достоинства и недостатки систем с непосредственным кипением хладагента.
18. Достоинства и недостатки систем с промежуточным охлаждением.
19. Классификация хладоносителей.
20. Взаимодействие хладоносителей с конструкционными материалами.
21. Факторы, влияющие на коррозионную активность хладоносителя.
22. Факторы опасности хладоносителя.
23. Требования к хладоносителям.
24. Как выбрать хладоноситель.
25. Наиболее распространенные хладоносители.
26. Безопасные хладоносители нового поколения.
27. Показатели LD50 и LC50.

**УК-1** Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Недифференцированный зачет	
		Критерии оценивания	
		зачтено	не зачтено
<p>знает термодинамические и теплофизические свойства основных рабочих веществ, уравнения состояния, таблицы, диаграммы параметров состояния;</p> <p>- методику расчёта характеристик низкопотенциальных систем при использовании различных рабочих веществ;</p> <p>- достоинства и недостатки существующих рабочих веществ и хладоносителей;</p> <p>- области применения различных рабочих веществ и хладоносителей;</p> <p>- принципы выбора оптимального рабочего вещества для конкретных низкопотенциальных систем.</p>	1-3	<p>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.</p>	<p>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.</p>

## **Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)**

**по дисциплине «Рабочие вещества низкотемпературных систем»**

1. Достоинства и недостатки систем с промежуточным охлаждением.
2. Классификация хладоносителей.
3. Взаимодействие хладоносителей с конструкционными материалами.
4. Факторы, влияющие на коррозионную активность хладоносителя.
5. Факторы опасности хладоносителя.
6. Требования к хладоносителям.
7. Как выбрать хладоноситель.
8. Наиболее распространенные хладоносители.
9. Безопасные хладоносители нового поколения.
10. Показатели LD50 и LC50.
11. Основные альтернативные хладагенты и их свойства
12. Хладагенты на основе метана
13. Хладагенты на основе этана
14. Хладагенты на основе пропана
15. Хладагенты на основе олефинов