

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 документа:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



**УТВЕРЖДАЮ**  
декан факультета  
химической технологии  
и биотехнологии  
Ю.В. Данильчук /  
августа 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теоретические основы криогенной техники»**

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):**

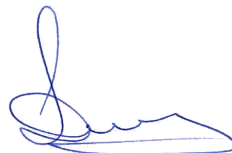
доцент, к.т.н.



/ А.Е. Ермолаев /

**Согласовано:**

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



/ Д.А. Некрасов /

## **1. Цели освоения дисциплины**

К **основным целям** освоения дисциплины «Теоретические основы криогенной техники» следует отнести:

- формирование знаний о способах получения криогенных температур
- формирование знаний о свойствах вещества в области сверхнизких температур
- изучение принципов работы и проектирования криогенных установок.
- изучение методов решения теплофизических задач на криогенном уровне температур.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Теоретические основы криогенной техники» следует отнести:

- обучение магистрантов основам построения и расчета схем криогенных установок;
- определение параметров и свойств криогенных жидкостей;
- обучение магистров основам построения циклов криогенных систем.

### **1. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры**

Дисциплина «Теоретические основы криогенной техники» относится к числу профессиональных учебных дисциплин обязательной части блока (Б1) основной образовательной программы магистратуры.

Дисциплина «Теоретические основы криогенной техники» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками 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»;
- «Криомедицина и криобиология».

### **2. 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 обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2	Способен использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики;	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• роль криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники.</li> <li>• принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем;</li> <li>• элементы криогенной техники;</li> <li>• принципы построения теоретических и реальных циклов.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализировать процессы криогенных систем и установок;</li> <li>• определять свойства криогенных продуктов при заданных условиях;</li> <li>• строить теоретические циклы криогенных систем.</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• навыками работы с криогенными продуктами;</li> <li>• навыками выполнения термодинамических расчетов криогенных систем;</li> <li>• навыками проектирования и разработки технологических схем и узлов криогенных установок.</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5** зачетных единицы, т.е. **180** академических часов (из них 148 ч – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Теоретические основы криогенной техники» изучаются на первом курсе, форма контроля – экзамен.

Структура и содержание дисциплины «Теоретические основы криогенной техники» по срокам и видам работы отражены в приложении.

#### Содержание разделов дисциплины

1. Криогенные технологии
2. Хранение, выдача и охлаждение криопродуктов при транспортировании
3. Транспортирование криогенных продуктов по трубопроводам
4. Оборудование криогенных систем
5. Технология эксплуатации криогенных систем

## **5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины «Теоретические основы криогенной техники» 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:

– работа на семинарах по получению знаний в области теоретических основ криогенной техники.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Теоретические основы криогенной техники» и в целом по дисциплине составляет 20 % аудиторных занятий.

Занятия лекционного типа составляют 25 % 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:

#### **Во втором семестре**

- обсуждение и защита докладов по дисциплине.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают вопросы и задания для контроля освоения обучающимися разделов дисциплины.

Образцы вопросов и заданий для проведения текущего контроля 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
ОПК-2	Способен использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики;

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).

<b>ОПК-2. Способен использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики;</b>				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<b>знать:</b> роль криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики и криогенных систем; элементы криогенной	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: не знает роль криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний по: роли криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов. Допускаются значительные ошибки,	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний по: роли криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: роли криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной

<p>техники; принципы построения теоретических и реальных циклов.</p>	<p>криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов.</p>	<p>проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>реальных циклов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>техники; принципы построения теоретических и реальных циклов, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b> анализировать процессы криогенных систем и установок; определять свойства криогенных продуктов при заданных условиях; строить теоретические циклы криогенных систем.</p>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет анализировать процессы криогенных систем и установок; определять свойства криогенных продуктов при заданных условиях; строить теоретические циклы криогенных систем.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: не полностью может анализировать процессы криогенных систем и установок; определять свойства криогенных продуктов при заданных условиях; строить теоретические циклы криогенных систем. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: может анализировать процессы криогенных систем и установок; определять свойства криогенных продуктов при заданных условиях; строить теоретические циклы криогенных систем. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: может анализировать процессы криогенных систем и установок; определять свойства криогенных продуктов при заданных условиях; строить теоретические циклы криогенных систем. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b> навыками работы с криогенными продуктами; навыками выполнения термодинамических расчетов криогенных систем; навыками</p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками работы с криогенными продуктами; навыками выполнения термодинамических расчетов криогенных систем;</p>	<p>Обучающийся владеет навыками работы с криогенными продуктами; навыками выполнения термодинамических расчетов криогенных систем; навыками проектирования и разработки технологических схем и узлов криогенных</p>	<p>Обучающийся частично владеет навыками работы с криогенными продуктами; навыками выполнения термодинамических расчетов криогенных систем; навыками проектирования и</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет навыками работы с криогенными продуктами; навыками выполнения термодинамических расчетов криогенных систем; навыками</p>

проектирования и разработки технологических схем и узлов криогенных установок.	навыками проектирования и разработки технологических схем и узлов криогенных установок	установок, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	разработки технологических схем и узлов криогенных установок, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	проектирования и разработки технологических схем и узлов криогенных установок свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
--	--	--	--	--

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

***Форма промежуточной аттестации: экзамен.***

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».

*К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Теоретические основы криогенной техники».*

<b><i>Шкала оценивания</i></b>	<b><i>Описание</i></b>
<i>Отлично</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>Хорошо</i>	<i>Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков</i>



	<i>приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.</i>
<i>Удовлетворительно</i>	<i>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.</i>
<i>Неудовлетворительно</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 «Теоретические основы криогенной техники» 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>Второй семестр</b>															
1	Криогенные технологии	2	1	4			12									
2	Хранение, выдача и охлаждение криопродуктов при транспортировании	2	2-4	4	4		30									
3	Транспортирование криогенных продуктов по трубопроводам	2	5-8	4	4		30									
4	Оборудование криогенных систем	2	9-12	4	4		30									
5	Технология эксплуатации криогенных систем	2	13-18	2	2		30									
	<b>Форма аттестации</b>	Э	19									Защита доклада				
	<b>Всего часов по дисциплине</b>			<b>18</b>	<b>14</b>		<b>132</b>					+			+	

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

*а) 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.

*б) дополнительная литература:*

нет

*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 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 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 техника и технологии»  
Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:  
**расчетно-экспериментальная с элементами научно-исследовательской**

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Теоретические основы криогенной техники**

- Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств  
2. Описание оценочных средств

Составитель:  
Ермолаев А.Е.

Москва, 2022 год

## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Теоретические основы криогенной техники					
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				
ОПК-2	Способен использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики;	<p><b>знать:</b> роль криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов.</p> <p><b>уметь:</b> анализировать процессы криогенных систем и установок; определять свойства</p>	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	ДС	<p><b>Базовый уровень</b> - знает принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем, элементы криогенной техники, принципы построения теоретических и реальных циклов.</p> <p><b>Повышенный уровень</b> - владеет навыками работы с криогенными продуктами; навыками выполнения термодинамических расчетов криогенных систем; навыками проектирования и разработки технологических схем и узлов криогенных установок</p>



		<b>владеть:</b> навыками работы с криогенными продуктами; навыками выполнения термодинамических расчетов криогенных систем; навыками проектирования и разработки технологических схем и узлов криогенных установок.			
--	--	--	--	--	--

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

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Теоретические основы криогенной техники»**

№ 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)

ОПК-2. Способен использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики;

Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Экзамен			
		Критерии оценивания			
		2	3	4	5
<p>знает роль криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов.</p>	1-9	<p>Обучающийся не знает или в недостаточной степени знает роль криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристик и криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: роли криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: роли криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов</p> <p>знания освоены, но допускаются незначительные ошибки</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: роли криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов</p> <p>Свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>

**Вопросы к экзамену**  
по дисциплине «**Теоретические основы криогенной техники**»

1. Область применения криогенных продуктов
2. Области применения криогенных технологий
3. Криогенная технология в ракетно-космической технике
4. Криогенная технология в энергетике
5. Криогенная технология в медицине
6. Криогенная технология в пищевой промышленности
7. Хранение жидких криогенных продуктов
8. Тепловые процессы и гидродинамические особенности при транспортировании заполненных криорезервуаров
9. Слив криогенных продуктов из резервуара
10. Охлаждение жидких криогенных продуктов
11. Особенности расчета параметров при транспортировании криогенных продуктов
12. Особенности расчета пропускной способности каналов и трубопроводов при транспортировании криогенных продуктов
13. Охлаждение магистралей криогенных систем
14. Повышение давления при подаче жидких криопродуктов в теплую магистраль
15. Конструкционные материалы криогенных систем
16. Изоляция криогенного оборудования
17. Емкостное оборудование криогенных систем
18. Арматура криогенных систем
19. Способы обеспечения чистоты криогенных продуктов
20. Обеспечение безопасной эксплуатации криогенных систем

## Форма экзаменационного билета

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

---

Институт ФГБОУ ВО Московский политехнический университет Кафедра «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы

Дисциплина Теоретические основы криогенной техники

*полное наименование дисциплины*

Направление подготовки (специальность) 16.04.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»

*код и наименование направления подготовки (специальности)*

Курс 1, группа, форма обучения очная

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1.

1. Области применения криогенных технологий.
2. Криогенная технология в медицине.
3. Емкостное оборудование криогенных систем.

Утверждено на заседании кафедры «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г., протокол № \_\_\_.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Д.А. Некрасов /  
*подпись* *расшифровка*

---

ОПК-2. Способен использовать углубленные теоретические и практические знания фундаментальных и прикладных наук, в том числе технической физики;

Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Доклад			
		Критерии оценивания			
		2	3	4	5
знает роль криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов.	1-9	Обучающийся не знает или в недостаточной степени знает роль криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: роли криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: роли криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: роли криогенной техники в реализации высокопроизводительных технологических процессов в ведущих отраслях науки и техники. принцип действия и основные сравнительные характеристики криогенных систем; элементы криогенной техники; принципы построения теоретических и реальных циклов. Свободно оперирует приобретенными знаниями.

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

по дисциплине **«Теоретические основы криогенной техники»**  
*(наименование дисциплины)*

1. Методы получения низких температур
2. Особенности работы в области криогенных температур.
3. Область применения криогенных температур.
4. Установка для производства газообразного кислорода А-8
5. Принципиальные схемы ВРУ для производства жидких продуктов разделения.
6. Установки для получения жидкого азота
7. Установки работающие по циклу Стирлинга.
8. Установки работающие по циклу Капицы.
9. Установки работающие по циклу Линде.
10. Безопасность при производстве и применении криогенных продуктов