

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 01.09.2023 12:30:03  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02a9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

декан факультета  
химической технологии и биотехнологии

 / Белуков С.В. /  
« 30 » августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Научные основы криологии»**

Направление подготовки

**16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения**

Профиль «Холодильная техника и технологии»

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

Москва 2021

## **1. Цели освоения дисциплины**

К **основным целям** освоения дисциплины «Научные основы криологии» следует отнести:

– подготовка студентов и освоение ими эксергетического анализа систем криогенной техники.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Научные основы криологии» следует отнести:

– освоение методов расчета и эксергетического анализа установок и систем низкотемпературной техники;

– изучение криогенных гелиевых установок;

– изучение установок ожижения водорода.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина относится к числу учебных дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 основной образовательной программы бакалавриата по направлению 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения.

Дисциплина «Научные основы криологии» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

– «Физика»;

– «Термодинамика»;

– «Циклы криогенных систем».

## **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 обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2	Способен определять требования к объектам проектирования и	знать: <ul style="list-style-type: none"> <li>• понятие об эксергии и эксергетическом анализе</li> </ul>

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетных единицы, т.е. **72** академических часа (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов).

На третьем курсе в **пятом** семестре выделяется **2** зачетные единицы, т.е. **72** академических часа (из них 36 часов – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Научные основы криологии» изучаются на третьем курсе.

**Пятый семестр:** лекции – 1 час в неделю (18 часов), семинары и практические занятия – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Научные основы криологии» по срокам и видам работы отражены в приложении.

## Содержание разделов дисциплины

### Пятый семестр

1. Введение. История техники низких температур. Области применения.
2. Элементы эксергетического анализа. Прямой и обратный цикл Карно, Понятие эксергии и эксергии вещества (системы). Эксергетический КПД.
3. Закон сохранения энергии и потерь эксергии. Эксергетический анализ процессов: сжатие в компрессоре, теплообмен между двумя средами, дросселирование, детандирование, эксергия потока.
4. Гелиевые циклы. Источники добычи гелия. Схема гелиевой установки. Циклы гелиевых установок с тремя ступенями предварительного охлаждения.
5. Цикл гелиевой установки с каскадным подключением детандеров.
6. Криогенные гелиевые установки: КГУ-4/4,2-1; КГУ-600/15-150/4,5-40; КГУ-250/4,5-90; КГУ-500/4,5-140; КГУ-500/4,5-200.
7. Расчет цикла установки КГУ-150/4,5.
8. Особенности циклов для сжижения водорода. Получение водорода. Орто-параконверсия. Построение, расчет и анализ циклов.

### 5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Научные основы криологии» и реализация компетентностного 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 выполнению расчетов криогенных схем установок.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Научные основы криологии» и в целом по дисциплине составляет 40 % аудиторных занятий.

Занятия лекционного типа составляют 50 % 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 пятом семестре**

- выполнение доклада по темам: «Применение криогенных газов и их свойства». «Методы эксергетического анализа систем». «Водородные ожигители».
- расчет ступени Линде гелиевой установки в рефрижераторном режиме.
- расчет цикла установки КГУ-150/4,5.

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

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:

<b>Код компетенции</b>	<b>В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать</b>
ПК-2	Способен определять требования к объектам проектирования и разрабатывать проектную документацию

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>ПК-2</b> <b>Способен определять требования к объектам проектирования и разрабатывать проектную документацию</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>знать:</b> понятие об эксергии, эксергетическом анализе, криогенных гелиевых установках, водородных ожижителях	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные понятия и принципы эксергетического анализа, основные процессы в гелиевых установках и ожижителях водорода и методики расчета, протекающих в них, процессов	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные понятия и принципы эксергетического анализа, основные процессы в гелиевых установках и ожижителях водорода и методики расчета, протекающих в них, процессов. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные понятия и принципы эксергетического анализа, основные процессы в гелиевых установках и ожижителях водорода и методики расчета, протекающих в них, процессов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные понятия и принципы эксергетического анализа, основные процессы в гелиевых установках и ожижителях водорода и методики расчета, протекающих в них, процессов, свободно оперирует приобретенными знаниями.
<b>уметь:</b> выполнять расчетные работы и научно-технические задачи эксергетического баланса	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени выполняет расчетные работы эксергетического баланса систем,	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: умеет рассчитывать эксергетический баланс систем, схемы криогенных гелиевых установок и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: умеет рассчитывать эксергетический баланс систем, схемы криогенных	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: умеет рассчитывать эксергетический баланс систем,

для основных процессов холодильной и криогенной техники, выполнять расчетные задачи для криогенных гелиевых установок, анализировать аппараты и циклы для ожижителей водорода	расчет схем криогенных гелиевых установок и ожижителей водорода	ожижителей водорода. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	гелиевых установок и ожижителей водорода. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	схемы криогенных гелиевых установок и ожижителей водорода. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> методикой расчета параметров систем низкотемпературной техники с помощью эксергетического анализа, методикой расчета криогенных гелиевых установок, анализом процессов в ожижителях водорода.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методикой расчета параметров систем низкотемпературной техники с помощью эксергетического анализа, методикой расчета криогенных гелиевых установок, анализом процессов в ожижителях водорода.	Обучающийся владеет методикой расчета параметров систем низкотемпературной техники с помощью эксергетического анализа, методикой расчета криогенных гелиевых установок, анализом процессов в ожижителях водорода в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся частично владеет методиками расчета параметров систем низкотемпературной техники с помощью эксергетического анализа, методикой расчета криогенных гелиевых установок, анализом процессов в ожижителях водорода, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методиками расчета параметров систем низкотемпературной техники с помощью эксергетического анализа, методикой расчета криогенных гелиевых установок, анализом процессов в ожижителях водорода, 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 «Научные основы криологии».*

<b>Шкала оценивания</b>	<b>Описание</b>
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.

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





	цикла. Параллельное и последовательное подключение детандеров в цикле. Парожидкостной детандер в гелиевых установках.														
5	Водород и его модификации. Получение водорода. Орто-параконверсия. Ожижители водорода.	5	14–18	5	5										
<i>Форма аттестации</i>		5	2, 15									Защита доклада			
		5	12										Выполнение К/р		
		5	14										Выполнение К/р		
	<b>Всего часов по дисциплине в пятом семестре</b>	<b>5</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>							+	+		<b>3</b>

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

*а) основная литература:*

*б) дополнительная литература:*

1. Справочник по физико-химическим основам криогеники. Под ред. М.П. Малкова, изд. 2-е. – М.: Энергия, 1985. – 432 с.

*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 и лабораторные работы проводятся в специализированных аудиториях кафедры Ав2211 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.

## **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 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 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 бакалавров **16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения**, профиль подготовки «**Холодильная техника и технологии**».

**Программу составил:**

доцент кафедры «Техника низких температур», к.т.н.

 /А.Е. Ермолаев/

**Программа утверждена на заседании кафедры «Техника низких температур»**  
«\_14\_» \_\_\_\_\_ 04 \_\_\_\_\_ 2021 г., протокол № \_4\_

Заведующий кафедрой, к.т.н.

 /С.В. Белуков/

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Направление подготовки: 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

ОП (профиль): «Холодильная техника и технологии»

Форма обучения: очная

Вид профессиональной деятельности:

**проектно-конструкторская**

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**Научные основы криологии**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Составитель:

**Ермолаев А.Е.**

Москва, 2021 год

**ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

<b>Научные основы криологии</b>					
<b>ФГОС ВО 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения</b>					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:					
<b>КОМПЕТЕНЦИИ</b>		<b>Перечень компонентов</b>	<b>Технология формирования компетенций</b>	<b>Форма оценочного средства**</b>	<b>Степени уровней освоения компетенций</b>
<b>ИН-ДЕКС</b>	<b>ФОРМУЛИРОВКА</b>				
ПК-2	Способен определять требования к объектам проектирования и разрабатывать проектную документацию	<p><b>Знать:</b> понятие об эксергии и эксергетическом анализе, понятие о криогенных гелиевых установках, понятие о водородных ожижителях</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять расчетные работы и научно-технические задачи эксергетического баланса для основных процессов холодильной и криогенной техники, выполнять расчетные</p>	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	ДС К/Р	<p><b>Базовый уровень</b> - способен применять элементы эксергетического анализа к системам, рассчитывать криогенные гелиевые установки и анализировать циклы и аппараты ожижителей водорода</p> <p><b>Повышенный уровень</b> - способен применять элементы эксергетического анализа к системам и составлять уравнения эксергетического баланса для систем, рассчитывать и анализировать криогенные гелиевые установки и анализировать циклы и аппараты ожижителей водорода</p>



		<p>задачи для криогенных гелиевых установок, анализировать аппараты и циклы для ожижителей водорода</p> <p><b>Владеть:</b> методикой расчета параметров систем низкотемпературной техники с помощью их эксергетического анализа, методикой расчета криогенных гелиевых установок, анализом процессов в ожижителях водорода</p>			
--	--	--	--	--	--

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

### Перечень оценочных средств по дисциплине «Научные основы криологии»

№ 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
2	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

<b>ПК-2</b>				
<b>Способен определять требования к объектам проектирования и разрабатывать проектную документацию</b>				
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Недифференцированный зачет		
		Критерии оценивания		
		не зачтено	зачтено	
Владение эксергетическим анализом систем, владение методами анализа и расчета циклов криогенных гелиевых установок, анализ схем водородных ожижителей	2 – 5	Обучающийся демонстрирует неполное владение знаниями, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей.	Обучающийся демонстрирует частичное владение знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное владение знаниями, свободно оперирует приобретенным и знаниями.

### Вопросы к зачету

по дисциплине «**Научные основы криологии**»  
(наименование дисциплины)

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ:

1. Что такое эксергия?
2. Что такое эксергия вещества?
3. Понятие о криогенных гелиевых установках.
4. Понятие о водородных ожижителях.

Вопросы (задачи/задания) для проверки уровня обученности УМЕТЬ:

1. Эксергия в обратном цикле Карно.
2. Фактор Карно.
3. Закон сохранения энергии и закон потерь эксергии.
4. Расчет цикла криогенной гелиевой установки.
5. Параллельное и последовательное подключение детандеров в цикле криогенной гелиевой установки.
6. Ожижители водорода.

Вопросы (задачи/задания) для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ:

1. Эксергетический анализ процесса сжатия в компрессоре.
2. Эксергетический анализ процесса теплообмен между двумя средами.
3. Эксергетический анализ процесса дросселирования.
4. Эксергетический анализ процесса детандирования.
5. Эксергия потока.
6. Расчет схемы криогенной гелиевой установки КГУ-150/4,5.
7. Схемы ожижителей водорода.

Составитель \_\_\_\_\_ Ермолаева П.Ю., старший преподаватель  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

<b>ПК-2</b>					
<b>Способен определять требования к объектам проектирования и разрабатывать проектную документацию</b>					
<b>Контролируемый результат обучения</b>	<b>Контролируемые темы (разделы) дисциплины</b>	<b>Оценочное средство</b>			
		<b>Критерии оценивания</b>			
		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Владение методами анализа и расчета циклов криогенных гелиевых установок	4	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет анализировать и рассчитывать циклы криогенных гелиевых установок	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: расчет циклов и анализ криогенных гелиевых установок. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: расчет циклов и анализ криогенных гелиевых установок. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: расчет циклов и анализ криогенных гелиевых установок. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

## **Комплект заданий для контрольной работы**

по дисциплине «**Научные основы криологии**»  
(наименование дисциплины)

Тема: Расчет цикла криогенной гелиевой установки КГУ-150/4,5.

Вариант 1

Задание:  $P_{пр} = 2,5$  МПа,  $P_{обр} = 0,1$  МПа,  $a_{нед} = 0,03$ ,  $\sum q_{ос} = 6$  Дж/кг,  $T_6 = 11$  К,  $T_{ос} = 290$  К,  $n_s = 0,7$ ,  $T_8 = 4,5$  К. Определить значения основных параметров и долю детандерного потока.

### Вариант 2

Задание:  $P_{пр} = 2,0$  МПа,  $P_{обр} = 0,1$  МПа,  $a_{нед} = 0,03$ ,  $\sum q_{ос} = 5$  Дж/кг,  $T_6 = 11$  К,  $T_{ос} = 300$  К,  $n_s = 0,8$ ,  $T_8 = 4,5$  К. Определить значения основных параметров и долю детандерного потока.

### Вариант 3

Задание:  $P_{пр} = 3,5$  МПа,  $P_{обр} = 0,1$  МПа,  $a_{нед} = 0,03$ ,  $\sum q_{ос} = 7$  Дж/кг,  $T_6 = 11$  К,  $T_{ос} = 275$  К,  $n_s = 0,77$ ,  $T_8 = 4,5$  К. Определить значения основных параметров и долю детандерного потока.

### Вариант 4

Задание:  $P_{пр} = 2,75$  МПа,  $P_{обр} = 0,1$  МПа,  $a_{нед} = 0,03$ ,  $\sum q_{ос} = 6$  Дж/кг,  $T_6 = 11$  К,  $T_{ос} = 295$  К,  $n_s = 0,75$ ,  $T_8 = 4,5$  К. Определить значения основных параметров и долю детандерного потока.

Составитель \_\_\_\_\_ Ермолаева П.Ю., старший преподаватель  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Кафедра «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы  
(наименование кафедры)

<b>ПК-2</b>					
<b>Способен определять требования к объектам проектирования и разрабатывать проектную документацию</b>					
<b>Контролируемый результат обучения</b>	<b>Контролируемые темы (разделы) дисциплины</b>	<b>Оценочное средство</b>			
		<b>Критерии оценивания</b>			
		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Владение методами анализа и расчета циклов криогенных гелиевых установок	4	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет анализировать и рассчитывать циклы криогенных гелиевых установок	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: расчет циклов и анализ криогенных гелиевых установок. Допускаются значительные	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: расчет циклов и анализ криогенных гелиевых установок. Умения освоены, но допускаются	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: расчет циклов и анализ криогенных гелиевых установок. Свободно оперирует

			ошибки, проявляется недостаточно умений, по ряду показателей	незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
--	--	--	--	--	---

## Комплект заданий для контрольной работы

по дисциплине «**Научные основы криологии**»

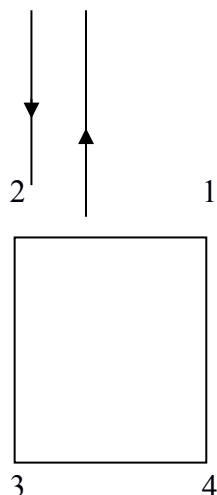
(наименование дисциплины)

Тема: Расчет ступени Линде гелиевой установки в рефрижераторном режиме.

Провести расчет теплообменного аппарата по участкам, составить таблицу результатов расчета, построить  $q-T$  диаграмму, определить параметры точек до и после промежуточного дросселирования.

Параметры точек

Номера точек	Вариант А		Вариант Б		Вариант В	
	Р, МПа	Т, К	Р, МПа	Т, К	Р, МПа	Т, К
1	0.12	10.5	0.096	12.03	0.125	9.85
2	2.4	11.0	2.5	12.53	2.3	10.15
4	0.13	4.5	0.1	4.2	0.128	4.2



Составитель \_\_\_\_\_ Ермолаева П.Ю., старший преподаватель

(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Кафедра «Техника низких температур» им. П.Л. Капицы  
(наименование кафедры)

<b>ПК-2</b> <b>Способен определять требования к объектам проектирования и разрабатывать проектную документацию</b>					
<b>Контролируемый результат обучения</b>	<b>Контролируемые темы (разделы) дисциплины</b>	<b>Оценочное средство</b>			
		<b>Критерии оценивания</b>			
		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Владение понятием эксергетического анализа систем	2	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное владение знаниями	Обучающийся демонстрирует неполное владение знаниями, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний по ряду показателей	Обучающийся демонстрирует частичное владение знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное владение знаниями, свободно оперирует приобретенными знаниями.
Владение понятием систем ожижителей водорода	5	Обучающийся не владеет или в недостаточной	Обучающийся владеет методами анализа	Обучающийся частично владеет методами	Обучающийся в полном объеме владеет



		<p>й степени владеет методами и методиками расчета параметров воздушной среды</p>	<p>водородных ожижителей в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей</p>	<p>анализа водородных ожижителей, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>методами анализа водородных ожижителей, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
--	--	---	--	--	---

## Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

по дисциплине «**Научные основы криологии**»  
(наименование дисциплины)

1. Применение криогенных газов и их свойства.
2. Методы эксергетического анализа систем.
3. Водородные ожижители.

### Методические рекомендации по подготовке, требования к оформлению

Реферат оформляется согласно требованиям ГОСТ 7.32-2001 «Отчёт о научно-исследовательской работе».

Составитель \_\_\_\_\_ Ермолаев А.Е., доцент  
(подпись)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.