

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 16.09.2023 11:30:17
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

**Декан факультета
химической технологии и биотехнологии**

/ С.В. Белуков /

« 31 августа » 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Оборудование жидкостных криогенных систем»

Направление подготовки

16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения

Профиль «Холодильная техника и технологии»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва 2020

1. Цели освоения дисциплины

К **основным целям** освоения дисциплины «Оборудование жидкостных криогенных систем» следует отнести:

– научные и практические основы проектирования конструкций криогенных систем.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Оборудование жидкостных криогенных систем» следует отнести:

– изучение конструктивных особенностей криогенного оборудования и общих требований к нему.

1. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Оборудование жидкостных криогенных систем» относится к числу профессиональных учебных дисциплин по выбору базового цикла основной образовательной программы бакалавриата.

Дисциплина «Оборудование жидкостных криогенных систем» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- «Термодинамика»;
- «Теплопередача»;
- «Установки сжижения и разделения газов».

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
ПК-9	готовность выполнять проектно-	знать: <ul style="list-style-type: none">• научные и практические основы

	<p>конструкторские и расчетные работы машин и аппаратов и их элементов, холодильной и криогенной техники и систем жизнеобеспечения с использованием современных вычислительных методов</p>	<p>проектирования конструкций криогенных систем</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • проектировать конструкции криогенного оборудования <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • конструктивными особенностями криогенного оборудования и общими требованиями к нему
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетные 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 «Оборудование жидкостных криогенных систем» изучаются на четвертом курсе.

Пятый семестр: лекции – 18 часов, семинары и практические занятия – 18 часов, форма контроля – зачет.

Структура и содержание дисциплины «Оборудование жидкостных криогенных систем» по срокам и видам работы отражены в приложении.

Содержание разделов дисциплины

Пятый семестр

1. Основные металлы, применяемые в криогенном оборудовании.
2. Тепловая защита оборудования криогенных систем.
3. Изоляция.
4. Монтаж и эксплуатация газонаполненной изоляции.
5. Вакуумные виды изоляции.
6. Перенос теплоты остаточным газом.
7. Перенос теплоты излучением.
8. Порошково-вакуумная изоляция.
9. Слоисто-вакуумная (экранно-вакуумная) теплоизоляция.
10. Тепловая защита гелиевых резервуаров и криостатов.
11. Вакуум.

12. Теплопритоки через опоры, подвески и трубопроводы.
13. Системы снабжения продуктами разделения воздуха.
14. Системы снабжения газообразным продуктом.
15. Емкостное оборудование.
16. Криогенное машиностроение.
17. Тепловой расчет резервуара.
18. Магистральи криогенных систем.
19. Криогенные трубопроводы.
20. Криогенная запорно-регулирующая арматура.
21. Общие требования к криогенному оборудованию.
22. Конструктивные особенности криогенного оборудования.
23. Сварка.
24. Конструкции сварных соединений.
25. Пайка.
26. Химическое воздействие рабочей среды.
27. Горение металлов в среде кислорода.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Оборудование жидкостных криогенных 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:

– работа на семинарах по выполнению расчетов магистралей при неустановившихся процессах в криогенных установках.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определен главной целью образовательной программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием дисциплины «Оборудование жидкостных криогенных систем» 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

– обсуждение и защита рефератов по дисциплине.

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

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
ПК-3	готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам

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).

ПК-3 готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
знать: научные и практические основы проектирования конструкций криогенных систем	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: научные и практические основы проектирования конструкций криогенных систем	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: научные и практические основы проектирования конструкций криогенных систем. 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: научные и практические основы проектирования конструкций криогенных систем, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: научные и практические основы проектирования конструкций криогенных систем, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: проектировать конструкции криогенного оборудования	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени проектирует конструкции криогенного оборудования	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: умеет проектировать конструкции криогенного оборудования. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: умеет проектировать конструкции криогенного оборудования. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: умеет проектировать конструкции криогенного оборудования. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в

		испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	ситуациях повышенной сложности.
владеть: конструктивными особенностям и криогенного оборудования и общими требованиями к нему	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет конструктивным и особенностями криогенного оборудования и общими требованиями к нему	Обучающийся владеет конструктивными особенностями криогенного оборудования и общими требованиями к нему 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 конструктивными особенностями криогенного оборудования и общими требованиями к нему, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет конструктивными особенностями криогенного оборудования и общими требованиями к нему, 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 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 «Оборудование жидкостных криогенных систем».

<i>Шкала оценивания</i>	<i>Описание</i>
-------------------------	-----------------

<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.

	подвески и трубопроводы.														
5	Системы снабжения продуктами разделения воздуха. Системы снабжения газообразным продуктом. Емкостное оборудование.	5	5	3	3										
6	Криогенное машиностроение. Тепловой расчет резервуара. Магистралы криогенных систем.	5	6	3	3										
7	Криогенные трубопроводы. Криогенная запорно- регулирующая арматура. Общие требования к криогенному оборудованию.	5	7	3	3										
8	Конструктивные особенности криогенного оборудования. Сварка. Конструкции сварных соединений.	5	8	3	3										
9	Пайка. Химическое воздействие рабочей среды. Горение металлов в среде кислорода.	5	9	3	3										
	Форма аттестации	5										Защита реферата			
	Всего часов по дисциплине в семестре	5		18	18		36					+			+

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Архаров А.М. и др. «Криогенные системы». Том.1. М: Машиностроение, 1967 – 575 с.

б) дополнительная литература:

1. Воробьева, Н. Н. Теплофизические процессы в холодильной технологии : учебное пособие / Н. Н. Воробьева. — Кемерово : КемГУ, 2007. — 150 с. — ISBN 978-5-89289-389-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4627> (дата обращения: 14.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Филин Н.В., Буланов А.Б. Жидкостные криогенные системы, - Л.: Машиностроение, 1985, 224 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 Ав2214 и Ав2103, оснащенных соответствующим испытательным стендовым оборудованием, плакатами, натурными образцами узлов, деталей машин.

При кафедре работает консультационно-вычислительный класс Ав2209 для самостоятельной работы, оснащенный компьютерами с соответствующим расчетным и графическим программным обеспечением.

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 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»
«_17_» ____06____ 2020 г., протокол № __95__

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:
**расчетно-экспериментальная с элементами научно-исследовательской,
проектно-конструкторская**

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

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оборудование жидкостных криогенных систем

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

Составитель:
Ермолаев А.Е.

Москва, 2020

ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Оборудование жидкостных криогенных систем					
ФГОС ВО 16.03.03 «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				
ПК-3	готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам	<p>Знать: научные и практические основы проектирования конструкций криогенных систем</p> <p>Уметь: проектировать конструкции криогенного оборудования</p> <p>Владеть: конструктивными особенностями криогенного оборудования и общими требованиями к нему</p>	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	Р	<p>Базовый уровень - способен проектировать конструкции криогенного оборудования</p> <p>Повышенный уровень - способен проектировать конструкции криогенного оборудования, владеть конструктивными особенностями криогенного оборудования и общими требованиями к нему</p>

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

Перечень оценочных средств по дисциплине «Оборудование жидкостных криогенных систем»

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно- исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов

ПК-3 готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам					
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Экзамен			
		Критерии оценивания			
		2	3	4	5
Владеет конструктивным и особенностями криогенного оборудования и общими требованиями к нему	9	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 приобретенным и знаниями.

Вопросы к зачету

по дисциплине «**Оборудование жидкостных криогенных систем**»

(наименование дисциплины)

1. Основные металлы, применяемые в криогенном оборудовании.
2. Тепловая защита оборудования криогенных систем.
3. Изоляция.
4. Монтаж и эксплуатация газонаполненной изоляции.
5. Вакуумные виды изоляции.
6. Перенос теплоты остаточным газом.
7. Перенос теплоты излучением.
8. Порошково-вакуумная изоляция.
9. Слоисто-вакуумная (экранный-вакуумная) теплоизоляция.
10. Тепловая защита гелиевых резервуаров и криостатов.
11. Вакуум.

12. Теплопритоки через опоры, подвески и трубопроводы.
13. Системы снабжения продуктами разделения воздуха.
14. Системы снабжения газообразным продуктом.
15. Емкостное оборудование.
16. Криогенное машиностроение.
17. Магистральи криогенных систем.
18. Криогенные трубопроводы.
19. Криогенная запорно-регулирующая арматура.
20. Общие требования к криогенному оборудованию.
21. Конструктивные особенности криогенного оборудования.
22. Сварка.
23. Конструкции сварных соединений.
24. Пайка.
25. Химическое воздействие рабочей среды.
26. Горение металлов в среде кислорода.
27. Определить испаряемость жидкости азота и его потери при захолаживании сосуда, если температура окружающей среду 293 К, давление в вакуумной полости 0,0133 Па, изоляция вакуумная многослойная, количество слоев изоляции 45, количество слоев на стойке 30, масса жидкого азота 19500 кг, масса внутреннего сосуда 6820 кг, масса изоляции 80 кг. Материалы: изоляция ПЭТФ-Э-D₀-12, прокладка стеклотрубага СБШС-Т-5,5, внутренний сосуд и стойка 12Х18Н10Т.

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

ПК-3 готовность выполнять расчетно-экспериментальные работы и решать научно-технические задачи в области холодильной, криогенной техники и систем жизнеобеспечения на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, теплофизических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и аппаратам					
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Оценочное средство			
		Критерии оценивания			
		2	3	4	5
Знает научные и практические основы проектирования конструкций криогенных систем	6 – 8	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет излагать материал, не знает область применения техники низких температур, основные понятия техники низких температур.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: применение техники низких температур.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: применение техники низких температур. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: применение техники низких температур. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

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

по дисциплине «**Оборудование жидкостных криогенных систем**»
(наименование дисциплины)

1. Криогенное машиностроение.

2. Магистралы криогенных систем.
3. Криогенные трубопроводы.
4. Криогенная запорно-регулирующая арматура.
5. Общие требования к криогенному оборудованию.
6. Конструктивные особенности криогенного оборудования.