

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:

8db180d1a3f02f0e60521a5673742775e18b1d6

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

декан факультета  
химической технологии и биотехнологии

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Установки сжижения и разделения газов»**

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**

Цель преподавания состоит в подготовке студентов к выполнению расчетных и конструкторских разработок низкотемпературных установок разделения сложных газовых смесей и сжижения природного газа на базе изучения принципов построения технологических схем установок и современных методов их проектирования.

Задачами изучения дисциплины являются обучение студентов основам построения, расчета и расчетного анализа схем низкотемпературных установок разделения сложных газовых смесей, сжижения природного газа, его транспортировку и хранение, и используемых при этом машин и аппаратов.

## **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 «Установки сжижения и разделения газов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- «Холодильные установки»;
- «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
4. ОПК-1	Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- термодинамические основы построения и анализа схем установок сжижения природного газа;</li> <li>- методы хранения и транспортирования СПГ;</li> <li>- технологические схемы низкотемпературных установок разделения газовых смесей и сжижения природного газа; а также потребителей продуктов разделения смесей;</li> <li>- тепловую изоляцию, применяемую в установках.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать процессы в установках сжижения природного газа и разделения газовых смесей;</li> <li>- выполнять основные расчеты схем установок;</li> <li>- выполнять проектные разработки технологических схем и отдельных узлов установок СПГ;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования автоматизированные системы проектирования и современной вычислительной техники.</li> </ul>

### Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единицы, т.е. **108** академических часов (из них 72 часа – самостоятельная работа студентов).

Разделы дисциплины «Установки сжижения и разделения газов» изучаются на четвертом курсе.

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

Структура и содержание дисциплины «Установки сжижения и разделения газов» по срокам и видам работы отражены в приложении.

### Содержание разделов дисциплины

#### Седьмой семестр

##### 1. Вводная часть

Природные и производственные газовые смеси, основной состав этих смесей, продукты их разделения и области их применения. Методы определения основных теплофизических параметров. Метод определения количества и состава фаз при

изменении параметров системы, дросселирование многокомпонентной системы. Уравнения состояния смесей: с использованием вириальных коэффициентов, Бенедикта-Вебба-Рубина, Редлиха-Квонга.

## 2. Производство гелия из природного газа.

Области применения гелия и способы его производства. Равновесие системы метан-гелий, азот-гелий. Технология низкотемпературного выделения гелия из природного газа: установки для получения сырого и чистого гелия. Диффузионный и абсорбционный способы извлечения гелия из природного газа.

## 3. Производство водорода.

Области применения водорода в промышленности и методы его получения из различных источников сырья низкотемпературным способом. Равновесные данные в системе метан-водород, азот-водород. Низкотемпературные установки для получения водорода: установка разделения метано-водородной фракции; установка разделения нефтезаводского газа; установка разделения газов гидрогенизации. Сравнение различных способов получения водорода.

## 4. Разделение коксового газа.

Состав и получение коксового газа, методы его разделения. Схема низкотемпературной установки для разделения коксового газа. тепловой баланс установки. Материальные балансы отдельных узлов.

## 5. Ожижение природного газа.

Особенности ожижения природного газа. Схемы ожижительных установок: с классическим каскадным циклом, с однопоточным каскадным циклом, с детандерным циклом. Использование холода газификации СПГ в низкотемпературных установках.

## 6. Хранение и транспортирование СПГ.

Наземные и подземные хранилища СПГ, устройство и работа. Транспортирование СПГ по трубопроводам и с помощью различного вида транспорта.

# **5. Образовательные технологии**

Методика преподавания дисциплины «Установки сжижения и разделения газов» 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 «Установки сжижения и разделения газов» и в целом по дисциплине составляет 10 % аудиторных занятий.

Занятия лекционного типа составляют 66 % 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 седьмом семестре**

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации проводится по следующим критериям:

Самостоятельная работа содержит следующие разделы:

1. Расчет и анализ схемы криогенной установки разделения воздуха
2. Расчет и анализ тепло-массообменных аппаратов установки разделения воздуха
3. Расчет и анализ криогенных расширительных машин.

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>
ОПК-1	Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

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-1</b> <b>Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</b>				
<b>Показатель</b>	<b>Критерии оценивания</b>			
	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- термодинамические основы построения и анализа схем установок сжижения природного газа;</li> <li>- методы хранения и транспортирования СПГ;</li> <li>- технологические схемы низкотемпературных установок разделения газовых смесей и сжижения природного газа;</li> <li>а также потребителей продуктов разделения смесей;</li> <li>- тепловую изоляцию, применяемую в установках.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное владение знаниями</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное владение знаниями, Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное владение знаниями, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное владение знаниями, свободно оперирует приобретенными знаниями.</p>
<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать процессы в установках сжижения природного газа и разделения газовых смесей;</li> </ul>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет рассчитывать и конструировать поршневые и турбодетандеры</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие умений Допускаются значительные ошибки,</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие умений. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности,</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие умений Свободно оперирует приобретенными</p>

- выполнять основные расчеты схем установок; - выполнять проектные разработки технологических схем и отдельных узлов установок СПГ;		проявляется недостаточность умений, по ряду показателей	затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации	умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
<b>владеть:</b> навыками использования автоматизированные системы проектирования и современной вычислительной техники.	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методикой проведения экспериментальных исследований	Обучающийся владеет методиками в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей	Обучающийся частично владеет методиками, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методиками, 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 «Установки сжижения и разделения газов».*

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными

	<p>знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.</p>
<p>Не зачтено</p>	<p>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.</p>

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







СПГ в низкотемпературных установках.														
<u>6. Хранение и транспортирование СПГ.</u> Наземные и подземные хранилища СПГ, устройство и работа. Транспортирование СПГ по трубопроводам и с помощью различного вида транспорта.	7	16-18	3	3										
Итого	7		18	18		72								+

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

### *а) основная литература:*

1. Буткевич, И.К. Криогенные установки и системы: Учеб. Пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. — 151 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58497> — Загл. с экрана.

### *б) дополнительная литература:*

2. Подберезкин А. Э. Основы проектирования современных воздуходелительных установок. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Одесса: Одесская государственная академия холода, 2003. – 35 с. — Режим доступа: <http://ostrovknowledgebase.com/read/361/> — Загл. с экрана.

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

Программное обеспечение – Microsoft Office.

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 Ав2211и 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 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:

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

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

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **Установки сжижения и разделения газов**

Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств

2. Описание оценочных средств:

Составитель:

**Ермолаев А.Е.**



## ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Установки сжижения и разделения газов					
ФГОС ВО 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные компетенции:					
КОМПЕТЕНЦИИ		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени уровней освоения компетенций
ИН-ДЕКС	ФОРМУЛИРОВКА				
ОПК-1	Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин профессиональной деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- термодинамические основы построения и анализа схем установок сжижения природного газа;</li> <li>- методы хранения и транспортирования СПГ;</li> <li>- технологические схемы низкотемпературных установок разделения газовых смесей и сжижения природного газа; а также потребителей продуктов разделения смесей;</li> <li>- тепловую изоляцию, применяемую в установках.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать процессы в установках сжижения природного газа и разделения газовых смесей;</li> <li>- выполнять основные расчеты схем установок;</li> <li>- выполнять проектные разработки технологических схем и отдельных узлов установок СПГ;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования автоматизированные системы проектирования и современной вычислительной техники.</li> </ul>	лекция, самостоятельная работа, семинарские занятия	ДС К/Р	<p><b>Базовый уровень</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способен применять элементы эксергетического анализа к системам, рассчитывать криогенные гелиевые установки и анализировать циклы и аппараты ожижителей водорода</li> </ul> <p><b>Повышенный уровень</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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</li> </ul>

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

**Перечень оценочных средств по дисциплине «Установки сжижения и разделения газов»**

№ 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>ОПК-1</b>				
<b>Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</b>				
Контролируемый результат обучения	Контролируемые темы (разделы) дисциплины	Недифференцированный зачет		
		Критерии оценивания		
		не зачтено	зачтено	
<b>знание:</b> методов получения и использования жидких газовых смесей и их разделения	1 – 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.

## **Комплект заданий для контрольной работы**

по дисциплине «Установки сжижения и разделения газов»

1. Системы критериев эффективности холодильных систем (приведенные затраты, удельные приведенные затраты, безразмерные затраты).
2. Тепловые диаграммы для абсорбционных холодильных машин.
3. Рабочие схемы и конструкции парокомпрессионных холодильных машин.
4. Сопоставление газовых и парокомпрессионных холодильных машин.
5. Графический расчет цикла абсорбционной холодильной машины.

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

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

<b>ОПК-1</b>					
<b>Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</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>
<b>знание:</b> методов получения и использования жидких газовых смесей и их разделения	1 – 5	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.

# Вопросы к зачету

по дисциплине «Установки сжижения и разделения газов»

1. Классификация, состав и свойства газовых смесей и
2. Методы их разделения газовых смесей
3. Методы очистки газовых смесей
4. Природные газовые смеси, (основной состав)
5. Производственные газовые смеси, (основной состав)
6. Природный газ состав и продукты разделения
7. Коксовый газ состав и продукты разделения
8. Крекинг газ состав и продукты разделения
9. Разделение газов крекинга и пиролиза, основные методы разделения
10. Области применения гелия.
11. Способы производства гелия.
12. Перспективы производства гелия в России
13. Схема аппарата для отделения азота от неона-гелиевой смеси
14. Конденсатор-сепаратор, предназначенный для получения гелия
15. Области применения аргона.
16. Способы производства аргона.
17. Водород, области применения водорода в промышленности
18. Методы его получения водорода из различных источников
19. Состав и получение коксового газа, методы его разделения.
20. Дейтерий, производство дейтерия
21. Схема установки получения гелия
22. Установка для получения водорода из крекинг-газа
23. Установка для получения водорода из избыточного газа циркуляции процесса dealкинирования толуола
24. Установка для получения водорода из продуктов конверсии природного газа
25. Установка для получения водорода из газов нефтепереработки
26. Производство гелия из природного газа
27. Производство водорода
28. Разделение коксового газа
29. Производство аргона из продувочных газов синтеза аммиака
30. Производство этилена
31. Производство дейтерия

Составитель \_\_\_\_\_ Ермолаев А.Е., доцент

(подпись)

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

<b>ОПК-1</b>					
<b>Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</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>
<b>знание:</b> методов получения и использования жидких газовых смесей и их разделения	1 – 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.
<b>знание:</b> методов получения и использования жидких газовых смесей и их разделения	3 – 5	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет методами и методиками расчета параметров воздушной среды	Обучающийся владеет методами анализа водородных окислителей в неполном объеме, допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей	Обучающийся частично владеет методами анализа водородных окислителей, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся в полном объеме владеет методами анализа водородных окислителей, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.

# Темы эссе (рефератов, докладов, сообщений)

по дисциплине «Установки сжижения и разделения газов»

*(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.