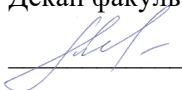


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Солоненко Анна Александровна  
Должность: Директор  
Дата подписания: 22.09.2025 12:48:45  
Уникальный программный ключ:  
d9ba9a2cd160ab4af042fb478ab037f8b3050e51

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал)  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Астраханский государственный  
технический университет»  
(ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»)**

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета ВО ДРТИ  
  
А.А. Иванова  
11 марта 2025 г.

## ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ Теория и расчет циклов криогенных систем рабочая программа дисциплины (модуля)

|                         |   |                            |
|-------------------------|---|----------------------------|
| Закреплена за кафедрой  | <b>Технология продуктов питания и холодильная техника</b>   |                            |
| Учебный план            | ozo_2025_Холодильная техника.plx<br>Направление подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения Профиль "Холодильная техника и технология" |                            |
| Квалификация            | <b>Бакалавр</b>   |                            |
| Форма обучения          | <b>очно-заочная</b>   |                            |
| Общая трудоемкость      | <b>5 ЗЕТ</b>  |                            |
| Часов по учебному плану | 180   | Виды контроля в семестрах: |
| в том числе:            |   | экзамены 4                 |
| аудиторные занятия      | 32  |                            |
| самостоятельная работа  | 112   |                            |
| часов на контроль       | 36  |                            |

Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр<br>на курсе>) | 4 (2.2) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | Неделя  |     |       |     |
| Вид занятий                               | уп      | рп  | уп    | рп  |
| Лекции                                    | 16      | 16  | 16    | 16  |
| Практические                              | 16      | 16  | 16    | 16  |
| Итого ауд.                                | 32      | 32  | 32    | 32  |
| Контактная работа                         | 32      | 32  | 32    | 32  |
| Сам. работа                               | 112     | 112 | 112   | 112 |
| Часы на контроль                          | 36      | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 180     | 180 | 180   | 180 |

Программу составил(и):

*к.тн, Доцент, Кузьмина И.А.*

Рецензент(ы):

*к.военн, Зав.кафедрой, Чебаков Ю.Т.*

Рабочая программа дисциплины

**Теория и расчет циклов криогенных систем**

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения (приказ Минобрнауки России от 01.06.2020 г. № 698)

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения Профиль "Холодильная техника и технология"

утвержденного учёным советом вуза от 25.12.2024 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Технология продуктов питания и холодильная техника**

Протокол от 11 марта 2025 г. № 2

Срок действия программы: 2025-2030 уч.г.

Зав. кафедрой "ТППиХТ", к.военн, доцент Чебаков Ю.Т.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС УГН(С)

\_\_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Технология продуктов питания и холодильная техника**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Заведующий кафедрой "ТППиХТ", квоенн, доцент Чебаков Ю.Т.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС УГН(С)

\_\_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Технология продуктов питания и холодильная техника**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Заведующий кафедрой "ТППиХТ", квоенн, доцент Чебаков Ю.Т.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС УГН(С)

\_\_\_\_\_ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры  
**Технология продуктов питания и холодильная техника**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Заведующий кафедрой "ТППиХТ", квоенн, доцент Чебаков Ю.Т.

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель УМС УГН(С)

\_\_\_\_\_ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры  
**Технология продуктов питания и холодильная техника**

Протокол от \_\_\_\_\_ 2028 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Заведующий кафедрой "ТППиХТ", квоенн, доцент Чебаков Ю.Т.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Целью освоения дисциплины является изучение студентами методики расчета аппаратов и основного оборудования криогенных систем, чтению схем криогенных установок, расчетам криогенных систем, расчету и анализу машин и аппаратов криогенных систем, принцип получения сверхнизких температур и анализ работы криогенных установок. |
|-----|---|

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|                   |   |
|-------------------|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.О.06   |
| <b>2.1</b>        | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |
| 2.1.1             | Введение в профессию  |
| 2.1.2             | Математика  |
| 2.1.3             | Физика  |
| 2.1.4             | Теоретические основы холодильной техники  |
| 2.1.5             | Термодинамика и тепломассообмен   |
| 2.1.6             | Социально-гуманитарный модуль   |
| 2.1.7             | Философия   |
| <b>2.2</b>        | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1             | Машины низкотемпературной техники   |
| 2.2.2             | Тепломассообменные аппараты   |
| 2.2.3             | Установки низкотемпературной техники  |
| 2.2.4             | Преддипломная практика  |
| 2.2.5             | Основы автоматизированного проектирования   |
| 2.2.6             | Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильных установок   |
| 2.2.7             | Автоматизация холодильных установок   |
| 2.2.8             | Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                  |
| 2.2.9             | Энергосберегающие технологии в технических системах   |

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**

|               |   |
|---------------|---|
| <b>Знать:</b> |   |
| Уровень 1     | усвоено основное содержание, но излагается фрагментарно, не всегда последовательно, определения понятий недостаточно четкие, не используются в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допускаются ошибки в их изложении, неточности в профессиональной |
| Уровень 2     | определения понятий дает неполные, допускает незначительные нарушения в последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных категорий, формулировки выводов  |
| Уровень 3     | четко и правильно дает определения, полно раскрывает содержание понятий, верно использует терминологию, при этом ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания   |

|               |  |
|---------------|--|
| <b>Уметь:</b> |  |
| Уровень 1     | выполняет не все операции действия, допускает ошибки в последовательности их выполнения, действие выполняется недостаточно осознанно |
| Уровень 2     | выполняет все операции, последовательность их выполнения соответствует требованиям, но действие выполняется недостаточно осознанно   |
| Уровень 3     | выполняет все операции, последовательность их выполнения достаточно хорошо продумана, действие в целом осознанно                     |

|                 |   |
|-----------------|---|
| <b>Владеть:</b> |   |
| Уровень 1       | владеет не всеми необходимыми навыками, имеющийся опыт фрагментарен |
| Уровень 2       | в целом владеет необходимыми навыками и/или имеет опыт              |
| Уровень 3       | владеет всеми необходимыми навыками и/или имеет опыт                |

**ПК-4: Способен выполнять расчеты для проектирования системы холодоснабжения, подготавливать к выпуску рабочую документацию системы хладоснабжения**

|               |  |
|---------------|--|
| <b>Знать:</b> |  |
| Уровень 1     | усвоено основное содержание, но излагается фрагментарно, не всегда последовательно, определения понятий недостаточно четкие, не используются в качестве доказательства выводы и обобщения из |

|                 |  |
|-----------------|--|
|                 | наблюдений, допускаются ошибки в их изложении, неточности в профессиональной   |
| Уровень 2       | определения понятий дает неполные, допускает незначительные нарушения в последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных категорий, формулировки выводов |
| Уровень 3       | четко и правильно дает определения, полно раскрывает содержание понятий, верно использует терминологию, при этом ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания      |
| <b>Уметь:</b>   |  |
| Уровень 1       | выполняет не все операции действия, допускает ошибки в последовательности их выполнения, действие выполняется недостаточно осознанно   |
| Уровень 2       | выполняет все операции, последовательность их выполнения соответствует требованиям, но действие выполняется недостаточно осознанно   |
| Уровень 3       | выполняет все операции, последовательность их выполнения достаточно хорошо продумана, действие в целом осознанно   |
| <b>Владеть:</b> |  |
| Уровень 1       | владеет не всеми необходимыми навыками, имеющийся опыт фрагментарен  |
| Уровень 2       | в целом владеет необходимыми навыками и/или имеет опыт   |
| Уровень 3       | владеет всеми необходимыми навыками и/или имеет опыт   |

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

|            |  |
|------------|--|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>  |
| 3.1.1      | Критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1.1)   |
| 3.1.2      | системы холодоснабжения, рабочую документацию систем хладоснабжения (ПК-4.1)   |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>  |
| 3.2.1      | Осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач (УК-1.2)                         |
| 3.2.2      | Выполнять расчеты для проектирования системы холодоснабжения, подготавливать к выпуску рабочую документацию системы хладоснабжения (ПК-4.2)            |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>  |
| 3.3.1      | Знаниями осуществления поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения поставленных задач (УК-1.3)        |
| 3.3.2      | Умениями выполнения расчетов для проектирования системы холодоснабжения, подготавливания к выпуску рабочую документацию систем хладоснабжения (ПК-4.3) |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература   | Инте ракт. | Примечание |
|-------------|---|----------------|-------|-------------|--|------------|------------|
|             | <b>Раздел 1. Основной раздел дисциплины</b>   |                |       |             |  |            |            |
| 1.1         | Криогенная техника, ее важнейшее промышленное и научное значение. Развитие криогеники. Расчетно-аналитическое исследование процесса дросселирования от начальной температуры T1 и конечного давления воздуха P2, /Лек/                              | 4              | 2     | УК-1 ПК-4   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0          |            |
| 1.2         | Анализ энергетических потерь холодильного цикла при использовании различных рабочих тел /Пр/  | 4              | 2     | УК-1 ПК-4   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0          |            |
| 1.3         | Расчетное исследование цикла с дросселированием и предварительным охлаждением рабочего тела криогенных циклов. Методы получения низких температур. Расчетно-аналитическое исследование цикла высокого давления с детандером.(Цикл Гейландта). /Лек/ | 4              | 2     | УК-1 ПК-4   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0          |            |

|      |  |   |    |           |  |   |  |
|------|--|---|----|-----------|--|---|--|
| 1.4  | Тепловой расчет одноступенчатой холодильной машины /Пр/  | 4 | 4  | УК-1 ПК-4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |  |
| 1.5  | Теоретически минимальная работа для сжижения 1 кг. газа, Расчетно-аналитическое исследование цикла высокого давления с однократным дросселированием (Цикл Линде). Расчетно-аналитическое исследование цикла среднего давления с детандером (Цикл Клода) /Лек/  | 4 | 4  | УК-1 ПК-4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |  |
| 1.6  | Тепловой расчет двухступенчатой холодильной машины /Пр/  | 4 | 5  | УК-1 ПК-4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |  |
| 1.7  | Сжижительный цикл среднего давления с детандером (Цикл Клода); изучение конструкции, принципа работы и расчет криогенной машины «Филипса». /Лек/   | 4 | 4  | УК-1 ПК-4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |  |
| 1.8  | Тепловой расчет каскадной холодильной машины /Пр/  | 4 | 5  | УК-1 ПК-4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |  |
| 1.9  | Определение конечной температуры в теплообменнике и перед детандером в реальных циклах. Расчетно-аналитическое исследование холодильного коэффициента и холодопроизводительности цикла высокого давления с однократным дросселированием. Влияние потерь холода в криогенных циклах на их характеристики. /Лек/ | 4 | 4  | УК-1 ПК-4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |  |
| 1.10 | Подготовка к опросу и практической работе /Ср/   | 4 | 22 | УК-1 ПК-4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |  |
| 1.11 | Подготовка к опросу и практической работе /Ср/   | 4 | 22 | УК-1 ПК-4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |  |
| 1.12 | Подготовка к опросу и практической работе /Ср/   | 4 | 22 | УК-1 ПК-4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |  |
| 1.13 | Подготовка к семинару /Ср/   | 4 | 23 | УК-1 ПК-4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |  |
| 1.14 | Подготовка к семинару /Ср/   | 4 | 23 | УК-1 ПК-4 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |  |

|      |           |   |    |  |  |   |  |
|------|-----------|---|----|--|--|---|--|
| 1.15 | /Экзамен/ | 4 | 36 |  | Л1.1 Л1.2<br>Л1.4<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.2 Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 | 0 |  |
|------|-----------|---|----|--|--|---|--|

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы к экзамену:

1. Криогенная техника и ее значимость в развитии науки и техники.
2. Этапы развития криогенной техники. Ожигительная машина Сименса, ее недостатки и реализация идей Сименса в машине Клода.
3. Классификация криогенных установок и циклов.
4. Способы получения низких температур.
5. Теоретическая минимальная работа сжижения 1кг. воздуха.
6. Холодопроизводительность рефрижераторного цикла и ее зависимость от начальной температуры и конечного давления. Теоретическая и действительная холодопроизводительность.
7. Цикл Линде высокого давления с однократным дросселированием.
8. Количество сжижаемого воздуха в цикле с однократным дросселированием. Холодопроизводительность цикла.
9. Цикл Линде высокого давления с однократным дросселированием и с предварительным машинным охлаждением.
10. Ожигительный цикл Клода среднего давления с детандером.
11. Расход энергии в цикле Клода.
12. Энергетические затраты в криогенных установках.
13. Определение конечной температуры воздуха в теплообменнике.
14. Определение температуры перед детандером.
15. Цикл двух давлений.
16. Расход энергии в цикле двух давлений.

Устный опрос:

1. Криогенная техника и ее значимость в развитии науки и техники.
2. Этапы развития криогенной техники. Ожигительная машина Сименса, ее недостатки и реализация идей Сименса в машине Клода.
3. Классификация криогенных установок и циклов.
4. Способы получения низких температур.
5. Теоретическая минимальная работа сжижения 1кг. воздуха.
6. Холодопроизводительность рефрижераторного цикла и ее зависимость от начальной температуры и конечного давления. Теоретическая и действительная холодопроизводительность.
7. Цикл Линде высокого давления с однократным дросселированием.
8. Количество сжижаемого воздуха в цикле с однократным дросселированием. Холодопроизводительность цикла.
9. Цикл Линде высокого давления с однократным дросселированием и с предварительным машинным охлаждением.
10. Ожигительный цикл Клода среднего давления с детандером.
11. Расход энергии в цикле Клода.
12. Энергетические затраты в криогенных установках.
13. Определение конечной температуры воздуха в теплообменнике.
14. Определение температуры перед детандером.
15. Цикл двух давлений.
16. Расход энергии в цикле двух давлений.
17. Сжижение воздуха при низком давлении. Метод Капица.
18. Каскадный метод сжижения газов.
19. Влияние потерь холода на характеристики криогенных циклов.
20. Анализ характеристик криогенных циклов.
21. Почему раньше воздух считали идеальным газом, а затем считали его его 2-х атомным газом.
22. Замкнутый холодильный цикл для сжижения воздуха, машина Филиппа.
23. Теоретический и реальный циклы сжижения воздуха в диаграмме Т – S.

Типовые вопросы для семинара:

1. Изобразите и объясните ожигительный цикл Клода среднего давления с детандером.
2. Расскажите способы получения низких температур.
3. Дайте Классификацию криогенных установок и циклов.
- 4 и.д.

### 5.2. Темы письменных работ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 1 АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ХОЛОДИЛЬНОГО ЦИКЛА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ РАБОЧИХ ТЕЛ  
 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 2 ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ОДНОСТУПЕНЧАТОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ  
 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 3 РАСЧЕТ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ ПАРОВОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ  
 ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4 РАСЧЕТ КАСКАДНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНЫ

Темы письменных работ:

1. Стационарные, нестационарные и установившиеся состояния низкотемпературных систем. Открытые и

закрытые системы.

2. Принцип сохранения массы для (нерелятивистских) систем с многокомпонентными потоками. Примеры составления материального баланса для аппаратов и машин газоразделительных установок.
3. Первое начало термодинамики. Принцип сохранения энергии. Потоки энергии (тепловые, электрические, механические, магнитные и др.) и их численное определение.
4. Физический смысл энтальпии потока для открытых систем. Изменение энергии системы и ее составляющих. Энергетический баланс для открытых и закрытых низкотемпературных систем.
5. Методика применения принципа сохранения энергии для анализа и расчета низкотемпературных машин, аппаратов, установок
6. Примеры составления энергетического баланса для различных простых и сложных систем и элементов низкотемпературных установок.
7. Второй и третий законы термодинамики. Теорема Нернста. Идеальная тепловая машина. Принципы реализации переноса теплоты с более низкого на более высокий температурный уровни.
8. Принцип возрастания энтропии как следствие 2-го закона термодинамики. Производство энтропии при осуществлении идеальных и реальных процессов в низкотемпературных установках.
9. Способы вычисления приращения (производства) энтропии в результате смешения, теплообмена, трения. Примеры расчета.
10. Энтропийный баланс низкотемпературных. Следствие принципа аддитивности энтропии. Компенсация возрастания энтропии. Теорема Гюи- Стодоля. Степень термодинамического совершенства установок.
11. Принцип аддитивности потерь и термодинамический анализ их распределения по элементам низкотемпературных установок. Общие принципы термодинамического анализа низкотемпературных установок.
12. Примеры составления энтропийного баланса низкотемпературных установок систем и определение степени термодинамического совершенства реальных установок.
13. Охлаждение газообразных веществ в условиях открытой и закрытой термодинамической системы. Минимальная работа, необходимая для охлаждения в условиях  $P=\text{const}$  и  $V=\text{const}$ .
14. Ожижение газов и газовых смесей. Минимальная работа ожижения в условиях  $p=\text{const}$  и  $V=\text{const}$ . Сравнение  $l_{\text{min}}$  для различных газов.
15. Разделение газов. Технологические процессы разделения. Минимальная работа разделения газообразных смесей.
16. Процессы, сопровождающиеся понижением температуры в адиабатных условиях: дросселирование, детандирование, выхлоп, волновые и пульсационные процессы расширения, вихревое энергетическое разделение, адиабатная откачка паров жидкостей, адиабатное размагничивание, эффекты Пельтье и др.
17. Возможности использования процессов, сопровождающихся понижением температуры в адиабатных условиях, для организации низкотемпературных циклов в разных диапазонах требуемых температур.
18. Термодинамический анализ наиболее распространенных рабочих процессов, сопровождающихся понижением температуры.
19. Изотермическое сжатие в компрессоре. Соотношение между подводимой работой и отведённой теплотой.
20. Характеристики процессов дросселирования для чистых веществ и смесей. Зависимость  $dh$  от давления и температуры. Инверсия дроссель-эффекта. Кривые инверсии. Способы реализации дросселирования.
21. Дросселирование паров и жидкостей. Применение этих процессов в низкотемпературных циклах.
22. Равновесное адиабатное расширение газа ( $s=\text{const}$ ). Зависимость  $\alpha_s$  от давления и температуры. Приближенное вычисление изменения температуры реальных газов в процессах  $s=\text{const}$  по уравнению адиабаты Пуассона. Изменение энтальпии.
23. Связь  $\alpha_s$  и  $dh$  и сравнение их значений в зависимости от температуры и давления.
24. Детандирование. Способы организации процессов детандирования. Оценка эффективности расширительных (детандерных) машин.
25. Анализ процесса выхлопа - свободного выпуска газа из баллона постоянного объема. Сравнение с процессом  $s=\text{const}$ . Уравнение процесса выхлопа:  $(\alpha S)_n = \text{const}$ . Изменение температуры и энтальпии в процессе выхлопа. Способы реализации этого процесса.
26. Расширение газа в вихревых трубах, особенности рабочего процесса. Оценка эффективности, эмпирические данные. Реализация и использование этих процессов в реальных установках.
27. Процессы волнового расширения. Особенности. Способы реализации. Конструкции волновых криогенераторов.
28. Откачка паров кипящей жидкости, основные соотношения и способы реализации. Применение метода откачки, температурная стратификация при откачке.
29. Основные рабочие вещества криогенной техники. Краткая характеристика и свойства.
30. Воздух и его основные составляющие. Их краткая характеристика, свойства и области применения в технике. Особенности ожижения.
31. Водород и его свойства. Орто-пара конверсия водорода. Области применения водорода в науке и технике. Особенности ожижения.
32. Гелий, его основные изотопы. Их краткая характеристика, свойства и области применения в технике. Особенности ожижения.
33. Процессы размагничивания парамагнетиков. Термоэлектрические процессы.
34. Типы низкотемпературных циклов.
35. Понятие холодопроизводящего процесса в низкотемпературном цикле. Теорема о полной холодопроизводительности цикла.
36. Основные холодопроизводящие процессы: сжатие и последующее охлаждение рабочего тела; детандирование; выхлоп; охлаждение внешними источниками и др. Определение полезной и полной холодопроизводительности (или холодильной мощности) цикла.
37. Понятие теоретического цикла и его сравнение с идеальным. Критерии оптимальности при термодинамическом

анализе циклов.

38. Полная и полезная холодопроизводительность, потери выработанной холодопроизводительности. Виды потерь в низкотемпературных установках и их определение.
39. Оценка степени термодинамического совершенства. Пути повышения эффективности низкотемпературных установок.
40. Специфика организации низкотемпературных циклов с твердофазными рабочими телами.
41. Рефрижераторный цикл простого дросселирования. Схема, изображение на T-S диаграмме. Последовательность расчёта. Основные характеристики.
42. Ожижительный цикл простого дросселирования. Схема, изображение на T-S диаграмме. Последовательность расчёта. Основные характеристики.
43. Рефрижераторный цикл двойного дросселирования. Схема, изображение на T-S диаграмме. Последовательность расчёта. Основные характеристики.
44. Ожижительный цикл двойного дросселирования. Схема, изображение на T-S диаграмме. Последовательность расчёта. Основные характеристики.
45. Ступени дроссельных и детандерных низкотемпературных циклов с предварительным охлаждением. Особенности применения.
46. Рефрижераторный цикл простого дросселирования с предварительным охлаждением. Схема, изображение на T-S диаграмме. Последовательность расчёта. Основные характеристики.
47. Ожижительный цикл простого дросселирования с предварительным охлаждением. Схема, изображение на T-S диаграмме. Последовательность расчёта. Основные характеристики.
48. Цикл парокомпрессионной холодильной машины и сравнение его с воздушным циклом простого дросселирования. Основные характеристики.
49. Низкотемпературные циклы с использованием детандеров. Детандерные ступени охлаждения. Особенности применения детандеров в криогенных установках.
50. Циклы Клода и Гейланда. Основные характеристики.
51. Использование процесса выхлопа в криогенных установках. Машина Мак-Магона - Гиффорда.
52. Свойства криогенных жидкостей и газов. Свойства твёрдых тел при низких температурах.
53. Уравнение Ван-дер-Ваальса для реальных тел. Уравнение для безразмерных переменных.
54. Условия фазового равновесия парожидкостных смесей.
55. Реальные бинарные растворы и основные диаграммы для них (T-x), (y-x), (h-x), (T-p-x). Изображение процессов дросселирования и смешения.
56. Испарение бинарного раствора без отвода пара и с отводом пара.
57. Ректификация бинарной смеси. Основные части ректификационного узла.
58. Тарелка ректификационной колонны. Конструкция и основные процессы в тарелке. Теоретическая тарелка. Эффективность тарелки.
59. Теплообменные аппараты, назначение, применение, основные типы аппаратов - регенераторы и рекуператоры.
60. Особенности работы регенеративных теплообменников. Расчёт рекуперативного теплообменного аппарата.

### 5.3. Фонд оценочных средств

- ХТ-УК1\_з21 Какие основные математические модели используются при моделировании работы теплообменных аппаратов энергетических установок? а. модели переноса теплоты и массы и теплопроводности.  
б. модели волновых процессов в теплообменных аппаратах.  
в. модели, основанные на эллиптических уравнениях математической физики.
- ХТ-УК1\_з22 Какую модель необходимо использовать при моделировании работы барботажной колонны  
а. модель сопряжённого тепло и массообмена при движении газового пузыря в слое жидкости.  
б. кинематическую модель свободного падения капель жидкости в газовом пространстве  
в. модель распространения колебаний в барботажной колонне.
- ХТ-УК1\_з23 В чем заключается метод сосредоточения параметров  
а. - замене производной разностью значений на концах участка сосредоточения  
б. - сведение системы дифференциальных уравнений в частных производных к системе дифференциальных уравнений в полных производных  
в. - сосредоточение значений параметров системы в одной точке по длине координатного отрезка
- ХТ-УК1\_з24 Какие процессы одновременно происходят при растворении газового пузыря, всплывающего в слое жидкости  
а. - испарение паров жидкости в пузырь  
б. - растворение газа из пузыря в жидкость  
в. - фонтанирование жидкости
- ХТ-УК1\_з25 При моделировании охлаждения протяженных каналов используется (,,,,) модель по координате а. Одномерная  
б. Двумерная  
в. трехмерная
- ХТ-УК1\_з26 При моделировании барботажных процессов в колонне не учитывается влияние (,,,,) давления а. Гидростатического  
б. Полного

в. Манометрического

ХТ-УК1\_з27 По каким принципам выбирается или назначается руководитель научного коллектива? а. По компетенции в данном направлении исследования и навыка руководящей деятельности

б. По имеющемуся ученому званию и ученой степени

в. Назначается вышестоящим руководством научного учреждения.

ХТ-УК1\_з28 Какой метод обычно применяется при определении принципиально нового решения сложных научно-технических проблем а. Метод "мозгового штурма"

б. метод анализа существующих литературных или иных источников информации по данной проблеме

в. Принятия волонтеристских и рискованных решений

ХТ-УК1\_з29 Какие процессы описывают перенос теплоты в теплообменном аппарате а. - теплопроводность

б. - конвективный теплообмен

в. - диффузия вещества

ХТ-УК1\_з30 Что такое теплопередача а. - перенос теплоты между потоками

б. - перенос теплоты между потоком и средой

в. - перенос массы между потоками

ХТ-ПК4\_з1 При испарении происходит (,,,,,) массы а. Перенос

б. Аннигиляция

в. превращение

ХТ-ПК4\_з2 Решение дифференциального уравнения получается путем его (,,,,,,)

а. интегрирования

б. дифференцирования

в. преобразования

ХТ-ПК4\_з3 Какая основная крупномасштабная задача в области криогенной техники в стране

а. Ожижение природного газа

б. Создание установок, работающих при температурах 0-1К.

в. Крупнотоннажное производство сверхтекучего гелия.

ХТ-ПК4\_з4 Какие факторы обычно не учитывают при моделировании теплообменных аппаратов?

а. Осевую теплопроводность и перегородки массы.

б. теплоотдачу со стороны холодного потока в теплообменнике

в. Турбулизацию потоков в каналах теплообменников.

ХТ-ПК4\_з5 Какие процессы описывают перенос теплоты в теплообменном аппарате

а. - теплопроводность

б. - конвективный теплообмен

в. - диффузия вещества

ХТ-ПК4\_з6 Что такое теплопередача

а. - перенос теплоты между потоками

б. - перенос теплоты между потоком и средой

в. - перенос массы между потоками

ХТ-ПК4\_з7 При конденсации происходит (,,,,,) массы

а. Перенос

б. Аннигиляция

в. превращение

ХТ-ПК4\_з8 Как изменяется температура чистого вещества при кипении

а. Не изменяется

б. Повышается

в. Понижается

ХТ-ПК4\_з9 Как изменяется температура чистого вещества при конденсации

а. Не изменяется

б. Повышается

в. Понижается

ХТ-ПК4\_з10 При изоэнтальпном сжатии чистого вещества значение энтропии

а. Возрастает

б. Убывает

в. Не изменяется

ХТ-УК1\_о31 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 1 до 200 бар. Температура сжатия 300К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.

ХТ-УК1\_о32 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 6 до 200 бар. Температура сжатия 300К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.

ХТ-УК1\_о33 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 6 до 100 бар. Температура сжатия 300К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.

ХТ-УК1\_о34 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 1 до 100 бар. Температура

сжатия 300К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.  
 ХТ-УК1\_о35 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 1 до 10 бар. Температура сжатия 300К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.  
 ХТ-УК1\_о36 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 1 до 40 бар. Температура сжатия 300К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.  
 ХТ-УК1\_о37 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 1 до 10 бар. Температура сжатия 300К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.  
 ХТ-УК1\_о38 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 1 до 40 бар. Температура сжатия 200К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.  
 ХТ-УК1\_о39 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 1 до 100 бар. Температура сжатия 200К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.  
 ХТ-УК1\_о40 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 1 до 200 бар. Температура сжатия 200К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.  
 ХТ-УК1\_о41 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 6 до 10 бар. Температура сжатия 200К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.  
 ХТ-УК1\_о42 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 6 до 40 бар. Температура сжатия 200К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.  
 ХТ-УК1\_о43 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 6 до 100 бар. Температура сжатия 200К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.  
 ХТ-УК1\_о44 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 6 до 200 бар. Температура сжатия 200К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.  
 ХТ-УК1\_о45 Рассчитайте изменение энтальпии азота при его изотермическом сжатии с 1 до 6 бар. Температура сжатия 150К. Ответ округлить до целого значения кДж/кг.  
 ХТ-ПК4\_о1 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 10 до 6 бар. Температура сжатия 300К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о2 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 40 до 6 бар. Температура сжатия 300К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о3 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 100 до 6 бар. Температура сжатия 300К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о4 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 200 до 6 бар. Температура сжатия 300К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о5 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 6 до 1 бар. Температура сжатия 250К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о6 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 10 до 1 бар. Температура сжатия 250К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о7 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 40 до 1 бар. Температура сжатия 250К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о8 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 100 до 1 бар. Температура сжатия 250К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о9 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 200 до 1 бар. Температура сжатия 250К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о10 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 10 до 6 бар. Температура сжатия 250К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о11 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 40 до 6 бар. Температура сжатия 250К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о12 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 100 до 6 бар. Температура сжатия 250К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о13 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 200 до 6 бар. Температура сжатия 250К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о14 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 6 до 1 бар. Температура сжатия 200К. Ответ округлить до целого в К.  
 ХТ-ПК4\_о15 Рассчитайте изменение температуры при дросселировании азота при его с 10 до 1 бар. Температура сжатия 200К. Ответ округлить до целого в К.

#### 5.4. Перечень видов оценочных средств

Критерии оценивания ответа студента в рамках устной формы текущей аттестации (опрос)

Опрос – фронтальная форма контроля, представляющая собой ответы на вопросы преподавателя в устной форме.

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, системно показана совокупность освоенных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Ответ формулируется при помощи научного категориально-понятийного аппарата, изложен последовательно, логично, доказательно, демонстрирует авторскую позицию студента.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен последовательно, логично и доказательно, однако допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если дан полный, но недостаточно последовательный ответ на

поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен научным языком. Могут быть допущены 2-3 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связи между понятиями, концептуальные пересечения, структурные закономерности между различными объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

#### Критерии оценивания тестирования

Тест - система формализованных заданий, по результатам выполнения которых можно судить об уровне развития определённых качеств испытуемого, а также о его знаниях, умениях и навыках.

Поскольку оценивание результатов тестирования напрямую зависит от абсолютного количества вопросов в конкретном тесте, представленная ниже информация фиксирует критерии оценивания в относительном представлении:

Продвинутый уровень («отлично»). Демонстрирует полное понимание поставленных вопросов. Количество правильных ответов - 86-100%.

Углубленный уровень («хорошо»). Демонстрирует значительное понимание сути поставленных вопросов. Количество правильных ответов - от 70 до 85 %.

Базовый уровень («удовлетворительно»). Демонстрирует частичное понимание сути поставленных вопросов. Количество правильных ответов - от 60 до 69%.

Нулевой уровень («неудовлетворительно»). Ответы на поставленные вопросы не получены. Количество правильных ответов - менее 60 %.

#### Критерии оценивания тестировочных заданий (дисциплины по физической культуре и спорту)

Тест - система формализованных заданий, по результатам выполнения которых можно судить об уровне развития определённых качеств испытуемого, а также о его знаниях, умениях и навыках.

Базовый уровень («зачтено»). Студент готов к выполнению тестовых заданий; показывает высокий уровень физической подготовки, ориентируется в материале, владеет терминологией, осознанно применяет теоретические знания

Нулевой уровень («незачтено»). Студент не готов к выполнению тестовых заданий; показывает низкий уровень физической подготовки, не ориентируется в материале, не владеет терминологией

#### Критерии оценивания выполнения практических работ

Практическая работа - работа студента, направленная на решение задач или заданий, требующих поиска обоснованного ответа.

Продвинутый уровень («отлично»). Обучающийся глубоко и прочно освоил материал выполненной практической работы, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с полученными практическими данными, свободно справляется с типовыми вопросами по теме практической работы, причем не затрудняется с ответом при возможном видоизменении заданий.

Углубленный уровень («хорошо»). Обучающийся твердо знает материал выполненной практической работы, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на типовые вопросы, правильно применяет теоретические положения при постановке задания по практической работе, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения, но затрудняется с ответом при видоизменении заданий, при обосновании полученных данных возникают незначительные затруднения в использовании изученного материала.

Базовый уровень («удовлетворительно»). Обучающийся имеет фрагментарные знания по материалам практической работы, но не усвоил основные детали деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении представленного материала.

Нулевой уровень («неудовлетворительно»). Обучающийся не владеет материалом по теме практической работы

#### Критерии оценивания ответа в рамках промежуточной аттестации (дифференцированный зачет, экзамен)

Основой для определения оценки на зачете служит объём и уровень усвоения студентами материала, предусмотренного рабочей программой соответствующей дисциплины. При определении требований к оценкам по дисциплинам с преобладанием теоретического обучения предлагается руководствоваться следующим:

– оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных содержательных элементов дисциплины, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала;

– оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

– оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание основного программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учёбы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности не принципиального характера в ответе на зачете и при выполнении зачетных заданий;

– оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило,

оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители  | Заглавие  | Ссылка  | Издательство, год                   |
|------|--|---|---|-------------------------------------|
| Л1.1 | Фирсова Ю. А.,<br>Сайфетдинов А. Г.  | Расчеты по холодильной технике и технологии: учебно-методическое пособие  | <a href="https://e.lanbook.com/book/244910">https://e.lanbook.com/book/244910</a> | Казань: КНИТУ, 2020                 |
| Л1.2 | Иващенко Е. Ю.,<br>Зверок А. С.  | Холодильные машины: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 20 01 «низкотемпературная техника» | <a href="https://e.lanbook.com/book/247946">https://e.lanbook.com/book/247946</a> | Минск: БНТУ, 2020                   |
| Л1.3 | Сармин Д. В.,<br>Боровик В. М.,<br>Шиманова А. Б.,<br>Тремкина О. В.,<br>Лопатин А. Л.,<br>Угланов Д. А.,<br>Шиманов А. А. | Криогенная испарительная система охлаждения: учебное пособие  | <a href="https://e.lanbook.com/book/406760">https://e.lanbook.com/book/406760</a> | Самара: Самарский университет, 2023 |
| Л1.4 | Короткий И. А.   | Теория и расчет криогенных систем: учебное пособие  | <a href="https://e.lanbook.com/book/290588">https://e.lanbook.com/book/290588</a> | Кемерово: КемГУ, 2022               |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|      | Авторы, составители   | Заглавие   | Ссылка  | Издательство, год     |
|------|---|--|---|-----------------------|
| Л2.1 | Визгалов С. В.,<br>Ибраев А. М., Сагдеев<br>А. А., Хамидуллин М.<br>С.  | Основы термодинамических расчетов пароконденсационных холодильных машин: учебное пособие       | <a href="https://e.lanbook.com/book/166206">https://e.lanbook.com/book/166206</a> | Казань: КНИТУ, 2019   |
| Л2.2 | Буянова И. В.   | Теоретические основы холодильной технологии продуктов животного происхождения: учебное пособие | <a href="https://e.lanbook.com/book/162590">https://e.lanbook.com/book/162590</a> | Кемерово: КемГУ, 2020 |
| Л2.3 | Кожемяченко А. В.,<br>Хиникадзе Т. А.,<br>Лемешко М. А.,<br>Мишин А. Б. | Разработка малых холодильных машин и технологического оборудования: учебник для вузов          | <a href="https://urait.ru/bcode/568129">https://urait.ru/bcode/568129</a>         | Москва: Юрайт, 2025   |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |  |
|----|--|
| Э1 | Криофрост Академия : образовательный проект [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <a href="https://kriofrost.academy">https://kriofrost.academy</a>                             |
| Э2 | ХолодИндустрия : новости холодильной отрасли [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <a href="https://holodindustry.ru/news">https://holodindustry.ru/news</a>                    |
| Э3 | Smart Cold Shop : новости рынка [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <a href="https://smartcold.shop/category/novosti-rynka">https://smartcold.shop/category/novosti-rynka</a> |

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

|         |  |
|---------|--|
| 6.3.1.1 | Образовательный портал Moodle. Образовательный портал ДРТИ построен на обучающей виртуальной среде Moodle и доступен по адресу <a href="https://www.портал.дрти.рф">https://www.портал.дрти.рф</a> из любой точки, имеющей подключение к сети Интернет, в том числе из локальной сети ДРТИ. Образовательный портал ДРТИ подходит как для организации online- классов, так и для традиционного обучения. Портал разделен на «открытую» (общедоступную) и «закрытую» части. Доступ к закрытой части осуществляется после предъявления персональной пары «логин-пароль» преподавателем или студентом. |
| 6.3.1.2 | 1С:Предприятие 8.0. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях  |
| 6.3.1.3 | ABBYY FineReader 8.0 Corporate Edition Система оптического распознавания текста  |
| 6.3.1.4 | STDU Viewer. Программа для просмотра электронных документов  |
| 6.3.1.5 | Google Chrome, Опера Браузер   |
| 6.3.1.6 | Windows NT. Графические, интерактивные, многозадачные оперативные системы корпорации Microsoft   |
| 6.3.1.7 | Dr.Web. Антивирусные программные продукты  |
| 6.3.1.8 | Microsoft Office. Приложения – офисные редакторы для работы с текстовыми документами, электронными таблицами, электронными сообщениями, базами данных, изображениями и т.д.  |
| 6.3.1.9 | 7-zip. Архиватор   |

|  |  |
|--|--|
| 6.3.1.10   | КОМПАС-3D 21 версия, лицензия на 10 компьютеров. КОМПАС-3D – это российская импортнезависимая система трехмерного проектирования, ставшая стандартом для тысяч предприятий и сотен тысяч профессиональных пользователей. КОМПАС-3D широко используется для проектирования изделий основного и вспомогательного производств в таких отраслях промышленности, как машиностроение (транспортное, сельскохозяйственное, энергетическое, нефтегазовое, химическое и т.д.), приборостроение, авиастроение, судостроение, станкостроение, вагоностроение, металлургия, промышленное и гражданское строительство, товары народного потребления и т. д. |
| <b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b> |  |
| 6.3.2.1  | Электронно - образовательный ресурс для иностранных студентов «Русский как иностранный» (Коллекции: Издательство «Златоуст». Русский язык. Литература; Издательство «Русский язык. Курсы» Коллекция № 1. Русский язык как иностранный.) <a href="http://www.ros-edu.ru">www.ros-edu.ru</a>   |
| 6.3.2.2  | Национальная электронная библиотека (НЭБ) — это государственная информационная система, которая объединяет оцифрованные фонды российских библиотек, включая крупнейшие федеральные библиотеки ФГБУ «Российская государственная библиотека» (г. Москва) Национальная электронная библиотека <a href="https://venevlib.ru/национальная-электронная-библиотека">https://venevlib.ru/национальная-электронная-библиотека</a>   |
| 6.3.2.3  | ЭБС «Рыбохозяйственное образование» <a href="http://lib.klgtu.ru/jirbis2/">http://lib.klgtu.ru/jirbis2/</a> ФГБОУ ВО «КГТУ» (г. Калининград)   |
| 6.3.2.4  | ИСС «Консультант +» - Содержит российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты по здравоохранению, технические нормы и правила.  |
| 6.3.2.5  | ЭБС «Юрайт» <a href="http://www.urait.ru">www.urait.ru</a> Включает в себя каталог грифованных учебников по социально-экономическому, гуманитарному и юридическому, естественнонаучному и техническому направлениям  |
| 6.3.2.6  | Цифровой образовательный ресурс IPRsmart (ЭБС IPRBOOKSHOP.RU) (версия Премиум) <a href="http://www.iprbookshop.ru">www.iprbookshop.ru</a> Контент ЭБС IPRsmart представлен изданиями федеральных, региональных, вузовских издательств, научно-исследовательских институтов, ведущих авторских коллективов, содержание которых соответствует требованиям федеральных образовательных стандартов высшего, среднего профессионального, дополнительного профессионального образования. Версия сайта для слабовидящих – <a href="http://www.iprbookshop.ru/special">www.iprbookshop.ru/special</a>  |
| 6.3.2.7  | ЭБС издательства «Лань» <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a> . ЭБС включает в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. Предоставляет право доступа к коллекции «Единая профессиональная база знаний для технических вузов» – Издательство «Лань».   |

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|  |
|--|
| 105 Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические и лабораторные работы)  |
| 105 Учебная аудитория для самостоятельной работы Аудитория 105 (компьютерный класс), укомплектованная  |
| 402 Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Аудитория № 402 на 50 посадочных  |
| 402 Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации Аудитория № 402 на 50  |
| 402 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа Аудитория № 402 на 50 посадочных мест,   |
| 402 Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (практические занятия) Аудитория № 402 на 50 посадочных мест, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения. |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|   |
|---|
| Кузьмина И.А. "Теория и расчет циклов криогенных систем" Методические указания по практическим работам для обучающихся по направлению подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения [Электронный ресурс] – Рыбное, 2024. Режим доступа: <a href="http://портал.дрти.рф/">http://портал.дрти.рф/</a>              |
| Кузьмина И.А. "Теория и расчет циклов криогенных систем" Методические указания по выполнению самостоятельной работы для обучающихся по направлению подготовки 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения [Электронный ресурс] – Рыбное, 2024. Режим доступа: <a href="http://портал.дрти.рф/">http://портал.дрти.рф/</a> |

### **Особенности реализации РПД при наличии в контингенте обучающихся с ограниченными возможностями здоровья по зрению**

В Университете в рамках создания безбарьерной образовательной среды для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья по зрению организованы информационные указатели с использованием тактильного шрифта по системе Брайля. Сайт Института имеет версию для слабовидящих.

1. Реализация РПД может осуществляться с использованием дистанционных технологий.
2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) могут быть представлены в аудиоформате.
3. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине устанавливается для обучающихся с ОВЗ с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
4. При проведении промежуточного контроля обучающемуся при необходимости предоставляется ассистент.
5. При проведении промежуточного и текущего контроля с использованием ассистивных средств обучающемуся предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

### **Особенности реализации РПД при наличии в контингенте обучающихся с ограниченными возможностями здоровья по слуху**

1. Реализация РПД может осуществляться с использованием дистанционных технологий.
2. При проведении практических (лабораторных) занятий производится дублирование звуковой справочной информации визуальной.
3. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине устанавливается для обучающихся с ОВЗ с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
4. При проведении промежуточного контроля обучающемуся при необходимости предоставляется ассистент.
5. При проведении промежуточного и текущего контроля с использованием ассистивных средств обучающемуся предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

### **Особенности реализации РПД при наличии в контингенте обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата**

В Институте в рамках создания безбарьерной образовательной среды для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, корпуса, в которых реализуется образовательная деятельность, укомплектованы необходимым оборудованием для облегчения доступа в аудитории и обслуживающие помещения.

1. Реализация РПД может осуществляться с использованием дистанционных технологий.
2. При проведении практических (лабораторных) занятий обеспечивается возможность освоения практических навыков обучающимся с ОВЗ с учетом его индивидуальных физических возможностей.
3. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине устанавливается для обучающихся с ОВЗ с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).
4. При проведении промежуточного контроля обучающемуся при необходимости предоставляется ассистент.