

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавалович

Должность: Ректор

Дата подписания: 22.06.2026 16:10:38

Уникальный программный ключ: **имени академика М. Д. Миллионщикова**

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ГРОЗНИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**«СИСТЕМЫ МАЛОЙ И РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.  
ТРИГЕНИРАЦИЯ»**

**Направление подготовки**

13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника

**Направленность (профиль)**

«Энергообеспечение предприятий»

**Квалификация**

Бакалавр

Год начала подготовки – 2026

Грозный - 2026

## **1. Цель и задачи дисциплины:**

**Основная цель курса:** «Системы малой и распределенной энергетики. Тригенирация» является формирование у студентов необходимых знаний конструкций, расчетов установок и систем холодоснабжения, а также выработка умения надежной эксплуатации этого оборудования, изучение методов расчета, проектирования и эксплуатации холодильных установок и систем. Квалифицированного использование систем тригенерации – совместного получения электроэнергии, тепла и холода с целью обеспечения надежного энергоснабжения различных производств и потребителей. Изучение теоретических и технических основ работы различного типа холодильных машин (насосов, вентиляторов, компрессоров) и тепловых двигателей, используемых в теплоэнергетической отрасли, особенностей их эксплуатации, принципов выбора типов машин для конкретных энергетических систем, обеспечивающих высокую эффективность и надежность работы установок.

**Задачи дисциплины:** Выявление наиболее перспективных, передовых технических решений – применение систем тригенерации и квадрогенерации, позволяющих повысить энергоэффективность и надежность систем распределенной энергетики, совместного получения тепла, электроэнергии, холода и углекислого газа; знакомство обучающихся основным термодинамическим и газодинамическим принципами работы установок производства холода, компрессоров, вентиляторов, паровых и газовых турбин и установок; приобретение знаний и понятий о назначении и устройстве холодильной техники, физических принципах получения низких температур, типах и циклах холодильных машин, основные и вспомогательных элементах холодильных установок. Обучение методам анализа особенностей различных способов получения искусственного холода, а также необходимые технические средства получения и применения холода.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Учебная дисциплина «Системы малой и распределенной энергетики. Тригенирация» является обязательной дисциплиной части формируемой участниками образовательных отношений в учебном плане ОП направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и предусмотрена для изучения в 1 семестре курса, базируется на знании общетехнических и специальных дисциплин: «Химия», «Физика», «Высшая математика», «Прикладная механика», «Техническая термодинамика», «Гидрогазодинамика».

### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций.**

Таблица 1

| Код по ФГОС                                                                                                                                                                | Индикаторы достижения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Общепрофессиональные</b>                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>ОПК-3</b> Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах. | <p>– <b>ОПК-3.1.</b><br/>Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа;</p> <p>– <b>ОПК-3.2.</b> Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;</p> <p>– <b>ОПК-3.3.</b> Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем;</p> <p>– <b>ОПК-3.4.</b><br/>Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений;</p> <p>– <b>ОПК-3.5.</b> Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей;</p> <p>– <b>ОПК-3.6.</b><br/>Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы;</p> <p>– <b>ОПК-3.7.</b> Применяет знания основ теплообмена в теплотехнических установках.</p> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- термодинамические основы действия и условия эксплуатации холодильных машин и установок;</li> <li>- происходящие в холодильной технологии тепло- и массообменные процессы и виды эффективно применяемых теплоизолирующих материалов;</li> <li>- схема энергетического баланса системы тригенерации с использованием ПКХМ.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять наиболее перспективные, передовые технические решения, в вопросах повышения надежности и энергоэффективности систем холодоснабжения;</li> <li>- определять энергетическую эффективность установки холодильных машин в системах тригенерации.</li> <li>- применять режим совместного отпуска теплоты на ГВС и охлаждение помещений.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками выбора оптимальной конфигурации, схемных решений и оборудования систем холодоснабжения;</li> <li>- методикой анализа работы холодильной машины и теплового насоса;</li> <li>- методикой расчета теоретического цикла одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины;</li> <li>- навыками выбора современной системы тригенерации как способа увеличения энергоэффективности, рентабельности повышения КПД ТЭС, ТЭЦ и АЭС снижения рисков и управления затратами на энергоресурсы.</li> </ul> |

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

| Вид учебной работы                                 |                              | Всего<br>часов/ зач. ед. |  | Семестры       |  |
|----------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|--|----------------|--|
|                                                    |                              |                          |  | 1              |  |
|                                                    |                              | ОФО                      |  | ОФО            |  |
| <b>Контактная работа (всего)</b>                   |                              | <b>48/1,4</b>            |  | <b>48/1,4</b>  |  |
| В том числе:                                       |                              |                          |  |                |  |
| Лекции                                             |                              | 16/0,5                   |  | 16/0,5         |  |
| Практические занятия                               |                              | 32/0,9                   |  | 32/0,9         |  |
| Семинары                                           |                              |                          |  |                |  |
| Лабораторные работы                                |                              |                          |  |                |  |
| <b>Самостоятельная работа (всего)</b>              |                              | <b>69/1,9</b>            |  | <b>69/1,9</b>  |  |
| В том числе:                                       |                              |                          |  |                |  |
| Курсовая работа (проект)                           |                              |                          |  |                |  |
| Расчетно-графические работы                        |                              |                          |  |                |  |
| ИТР                                                |                              |                          |  |                |  |
| Рефераты                                           |                              |                          |  |                |  |
| Доклады                                            |                              | 33/0,9                   |  | 33/0,9         |  |
| Презентации                                        |                              |                          |  |                |  |
| <i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i> |                              |                          |  |                |  |
| Подготовка к лабораторным работам                  |                              |                          |  |                |  |
| Подготовка к практическим занятиям                 |                              | 36/1                     |  | 36/1           |  |
| Подготовка к зачету                                |                              |                          |  |                |  |
| Подготовка к экзамену                              |                              |                          |  |                |  |
| <b>Контроль</b>                                    |                              | <b>27/0,7</b>            |  | <b>27/0,7</b>  |  |
| <b>Вид отчетности</b>                              |                              | <b>Экзамен</b>           |  | <b>Экзамен</b> |  |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>               | <b>ВСЕГО в часах</b>         | <b>144</b>               |  | <b>144</b>     |  |
|                                                    | <b>ВСЕГО в зач. единицах</b> | <b>4</b>                 |  | <b>4</b>       |  |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1 Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 3

| №<br>п/п | Наименование раздела<br>дисциплины по семестрам                    | Часы<br>лекционных<br>занятий |     | Часы<br>лабораторных<br>занятий |     | Часы<br>практических<br>(семинарских)<br>занятий |     | Всего часов |     |
|----------|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----|---------------------------------|-----|--------------------------------------------------|-----|-------------|-----|
|          |                                                                    | ОФО                           | ЗФО | ОФО                             | ЗФО | ОФО                                              | ЗФО | ОФО         | ЗФО |
| 1        | Энергетические системы<br>энергоснабжения и<br>энергоэффективность | 2                             |     |                                 |     | 2                                                |     | 3           |     |
| 2        | Основные технико-<br>экономические показатели<br>тригенерации      | 1                             |     |                                 |     | 2                                                |     |             |     |
| 3        | Собственная генерация<br>предприятий                               | 1                             |     |                                 |     | 4                                                |     |             |     |
| 4        | Когенерационные установки и<br>системы                             | 2                             |     |                                 |     | 4                                                |     | 3           |     |
| 5        | Холодильная техника.<br>Системы кондиционирования.                 | 2                             |     |                                 |     | 4                                                |     | 3           |     |
| 6        | Принцип действия паровых<br>компрессионных<br>холодильных машин    | 2                             |     |                                 |     | 4                                                |     |             |     |
| 7        | Система охлаждения<br>холодильной установки                        | 2                             |     |                                 |     | 4                                                |     |             |     |
| 8        | Компрессоры холодильных<br>машин                                   | 2                             |     |                                 |     | 4                                                |     | 3           |     |
| 9        | Теплообменные аппараты<br>холодильных машин                        | 2                             |     |                                 |     | 4                                                |     |             |     |
|          | <b>ИТОГО:</b>                                                      | <b>16</b>                     |     |                                 |     | <b>32</b>                                        |     | <b>48</b>   |     |

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела дисциплины                           | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 2                                                            | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1        | Энергетические системы энергоснабжения и энергоэффективность | <p>Введение. 1.1 История развития низкотемпературной техники. 1.2 Основные физические понятия и определения холодоснабжения 1.3 Системы энергоснабжения и энергоэффективность. 1.4 Схема системы тригенерации. 1.5 Принцип работы тригенерации. 1.6 Сферы применения систем тройного действия. 1.7 Экономика и эффективность тригенерации. 1.8 Тригенерация и экология. Анализ работы теплофикационных турбоустановок в составе системы тригенерации. Рекуперации вторичных энергоресурсов — для сокращения затрат на электроэнергию. Сравнение пароконденсационной и пароконденсационной систем.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2        | Основные технико-экономические показатели тригенерации       | <p>2.1 Пути оптимизации систем тригенерации. 2.2 Системы тригенерации в электроэнергетике России. 2.3 Основные мировые проекты применения и развития тригенерации. 2.4 Системы распределенной генерации электроэнергии в России и Европе. Виды генерации. Тригенерационные источники энергоснабжения Использование тригенерационных установок. Преимущества тригенерационных установок. Система управления и мониторинга когенерационных установок. Собственная генерация электроэнергии. Когенерация. Тригенерационная система. Схема тригенерации. ГПУ Janbacher. Котлы-утилизаторы. АБХМ Thermax. Оборудование NCT. Принципиальные схемы тригенерации. Реализованные проекты по трегенерации. Техничко-экономическое обоснование. Пример реализации проекта АО “Тепличное”. Пароконденсационная холодильная машина (ПХМ). Абсорбционные холодильные машины. Схема бромистолитиевой холодильной установки. Энергетическая эффективность абсорбционно-резорбционной холодильной машины в системе тригенерации малой энергетики. Система тригенерации для фермерского хозяйства. Выбор схемы холодильной машины. Энергетическая эффективность АРХМ. Примеры расчетов энергетической эффективности. Схема энергетического баланса системы тригенерации с использованием ПКХМ. Схема энергетического баланса системы тригенерации с использованием ПКХМ. Когенерационная установка + АБХМ.</p> |

|   | 2                                               | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | Собственная генерация предприятий.              | 3.1 Тригенерация: электроэнергия, тепло и холод для объекта. 3.2 Выгоды и области применения тригенерации. 3.3 Тригенерационный энергоцентр. 3.4 Принципы работы действующих систем тригенерации. Типы холодильных машин и принципы действия Газовые и вихревые холодильные машины. Компрессионные паровые холодильные машины. Абсорбционные и сорбционные холодильные машины. Пароэжекторные холодильные машины. Испытательные холодильные установки. Искусственные ледяные катки. Кондиционирование воздуха. Опреснение соленой воды. Применение холода в медицине. Применение холода в машиностроении.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4 | Когенерационные установки и системы.            | 4.1 Теплофикация, когенерация и тригенерация. 4.2 Когенерационные установки на базе двигателей внутреннего сгорания (ГДВС). 4.3 Сравнение газотурбинных и газопоршневых установок. 4.4 Функциональная схема микротурбинной установки. Виды тепловых двигателей. Газопоршневые когенерационные установки. Головные или «хвостовые» когенерационные системы. Установка ГТУ. Газотурбинная электростанция. Дизельные электрогенераторы, работающие на дизельном топливе. Газовых дизельные двигатели внутреннего сгорания. ГДВС с теплоутилизатором. Преимущества ГДВС. Преимущества ГТУ. Мини-ТЭЦ Функциональная схема микротурбинной установки. Циклы тепловых двигателей с внешним и внутренним сгоранием. Основы теоретического цикла, термический к.п.д. Преимущества тригенерации.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5 | Холодильная техника. Системы кондиционирования. | Принцип действия паровых компрессионных холодильных машин. 5.1 Физические процессы получения низких температур. 5.1.1 Физическая сущность и способы получения искусственного холода. 5.2 Способы охлаждения. 5.3 Термодинамические основы холодильных машин. 5.3.1 Термодинамический цикл холодильных машин. 5.3.2 Расчет цикла холодильных машин. 5.4 Кондиционирование воздуха. Естественное и искусственное охлаждение. Диаграмма состояния системы хлорид кальция – лед. Энтальпия. Энтропия $S$ . Точка инверсии. Точка температурой инверсии. Адиабатическое расширение газа в детандере. Безмашинные способы охлаждения. Охлаждение в компрессионных и теплоиспользующих машинах. Основной показатель качества термоэлемента. Паровая холодильная машина. Термодинамический цикл холодильного агента. Обратные циклы Карно. Три вида обратного цикла: холодильный, теплого насоса, комбинированный. Принципиальная схема кондиционирования воздуха. Структурная схема системы кондиционирования воздуха. Требования к системам кондиционирования воздуха Кондиционеры сплит-систем. Санитарно-гигиенические и технологические основы кондиционирования воздуха |

|   | 2                                                         | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6 | Принцип действия паровых компрессионных холодильных машин | <p>6.1 Одноступенчатые холодильные машины. 6.2 Многоступенчатые холодильные машины. 6.3 Цикл многоступенчатой парокомпрессионной машины. 6.4 Работа поршневого компрессора двойного действия.</p> <p>Охлаждаемые сооружения и холодильное оборудование. Методики расчетов холодильных машин. Схема, теоретический цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины. Методика расчета теоретического цикла одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины. Схема, действительный цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины. Методика расчета действительного цикла одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 7 | Система охлаждения холодильной установки                  | <p>7.1. Холодильные агенты и хладоносители. 7.2 Хладоносители. 7.3 Типы холодильных машин. 7.3.1 Газовые и вихревые холодильные машины. 7.3.2 Компрессионные паровые холодильные машины. 7.3.3 Абсорбционные и сорбционные холодильные машины. 7.3.4 Пароэжекторные холодильные машины. Система охлаждения холодильной установки. Тепло- и массообменные процессы в холодильной технологии. Охлаждающие среды их свойства и параметры. Газообразная охлаждающая среда. Жидкая охлаждающая среда. Твердая охлаждающая среда. Тепловой расчет процесса охлаждения. Тепловой расчет процесса замораживания. Тепло- и массообмен при холодильном хранении. Тепло- и массообмен при размораживании.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 8 | Компрессоры холодильных машин                             | <p>8.1. Поршневые компрессоры. 8.2. Ротационные компрессоры. 8.3. Винтовые компрессоры. 8.4. Турбокомпрессоры. Компрессоры холодильных машин. Классификация по принципу действия. Компрессоры объемного типа. Компрессоры кинетического типа. Преимущества и недостатки отдельных типов машин в сравнении с лопастными машинами. Схемы машин объемного типа и турбокомпрессоров. Основные понятия. Типы компрессоров. Термодинамика компрессорного процесса. Коэффициенты полезного действия компрессоров. Схемы машин объемного типа и турбокомпрессоров. Основные понятия. Типы компрессоров. Термодинамика компрессорного процесса. Коэффициенты полезного действия компрессоров. Охлаждение. Ступенчатое сжатие. Количество ступеней. Промежуточное давление. Характеристики лопастных компрессоров. Пересчет характеристик. Особенности регулирования лопастных компрессоров. Центробежные компрессоры. Степень центробежного компрессора. Мощность центробежного компрессора. Приближенный расчет ступени. Конструкции центробежных компрессоров.</p> |

|   | 2                                        | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9 | Теплообменные аппараты холодильных машин | <p>9.1. Конденсаторы. 9.2. Испарители. 9.3. Охлаждающие приборы. 9.4. Вспомогательное оборудование холодильных машин и установок. 9.5 Охлаждающие среды, их свойства и параметры. 9.6. Приборы измерения и контроля параметров охлаждающих сред и продуктов.</p> <p>Состояние и перспективы применения микроканальных технологий. Конструкция и принцип действия микроканального теплообменника. Режимы течения двухфазных потоков в микроканалах. Реверс потока в микроканале. Теплообмен при кипении хладагента R134a в микроканале.</p> <p>Теплообменные аппараты холодильных машин Конденсаторы. Испарители. Охлаждающие приборы. Вспомогательное оборудование холодильных машин и установок. Агрегаты холодильных машин и установок.</p> <p>Классификация холодильников для пищевых продуктов. Охлаждающие среды, их свойства и параметры. Приборы измерения и контроля параметров охлаждающих сред и продуктов. Конструкции холодильников.</p> <p>Методики расчетов парокомпрессорных тепловых насосов Схема, теоретический цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса.</p> <p>Методика расчета теоретического цикла одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса.</p> <p>Схема, действительный цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса. Методика расчета действительного цикла одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса</p> |

### 5.3 Лабораторные занятия *(не предусмотрены)*

## 5.4. Практические (семинарские) занятия

Таблица 5

| №<br>п/п | Наименование<br>раздела дисциплины                                    | Наименование практических занятий                                                                                                                                                                                                           |
|----------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Энергетические<br>системы<br>энергоснабжения и<br>энергоэффективность | М1. Практическая работа №1.<br>Энергонезависимость 3.0: Тригенерация как способ<br>снижения рисков и управления затратами на энергоресурсы /<br>с использованием материалов сайта <a href="https://www.energy.go">https://www.energy.go</a> |
| 2        |                                                                       | М1. Практическая работа №2.<br>Экономические аспекты использование отработанного пара<br>в абсорбционных холодильных установках                                                                                                             |
| 3        |                                                                       | М1. Практическая работа №3.<br>Энергоемкость ТЭЦ с применением эксергии и анергии                                                                                                                                                           |
| 4        |                                                                       | М1. Практическая работа №4.<br>Направление использования ВЭР компрессорной станции                                                                                                                                                          |
| 5        |                                                                       | М1. Практическая работа №5.<br>Технико-экономическая эффективность тригенерационных<br>установок                                                                                                                                            |
| 6        | Собственная генерация<br>предприятий.                                 | М1. Практическая работа №6.<br>Аспекты использования вторичных энергоресурсов<br>промышленных предприятий                                                                                                                                   |
| 7        |                                                                       | М1. Практическая работа №7.<br>I. Электростанции и когенерация<br>II. Тригенерация на мини-ТЭЦ: обзор технологий и<br>оборудования                                                                                                          |
| 8        |                                                                       | М1. Практическая работа №8.<br>Оценка целесообразности использования систем<br>автономного энергообеспечения для предприятий молочной<br>промышленности                                                                                     |
| 9        | Когенерационные<br>установки и системы.                               | М1. Практическая работа №9<br>Методическое пособие по выбору и оптимизации системы<br>холодоснабжения общественных зданий                                                                                                                   |
| 10       |                                                                       | М1. Практическая работа №10<br>Тригенерационные источники энергоснабжения                                                                                                                                                                   |
| 11       |                                                                       | М1. Практическая работа №11<br>Энергетическая эффективность тригенерации                                                                                                                                                                    |
| 12       |                                                                       | М1. Практическая работа №12<br>Тригенерация – источник энергосбережения в малой<br>энергетике для аграрного производства                                                                                                                    |
| 13       | Теплообменные<br>аппараты холодильных<br>машин                        | М2. Практическая работа №13<br>Кондиционирование воздуха и холодоснабжение                                                                                                                                                                  |
| 14       |                                                                       | М2. Практическая работа №14<br>Требования к системам кондиционирования воздуха                                                                                                                                                              |
| 15       |                                                                       | М2. Практическая работа №15<br>Основные типы кондиционеров                                                                                                                                                                                  |
| 16       |                                                                       | М2. Практическая работа №16<br>Санитарно-гигиенические и технологические основы<br>кондиционирования воздуха                                                                                                                                |

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Системы и установки производства холода»

### 6.1 Вопросы для самостоятельного изучения

Таблица 6

| №<br>п/п | Темы для самостоятельного изучения                                                                                                                                                                     |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Классификация нагнетательных и расширительных машин. Машины объемного и кинетического действия. Виды тепловых двигателей. Циклы тепловых двигателей с внешним и внутренним сгоранием.                  |
| 2        | Когенерационные установки на базе известных типов нагнетателей и тепловых двигателей. Их основные показатели рентабельности применения                                                                 |
| 3        | Виды к.п.д. турбин. Процесс расширения в турбине в h-S диаграмме. Виды к.п.д. турбокомпрессоров. Процесс сжатия в h-S диаграмме.                                                                       |
| 4        | Сопловые аппараты турбин. Основные геометрические и угловые параметры сопловых аппаратов. Классификация сопловых аппаратов по режиму течения. Типы профилей. Анализ движения газа в сопловом аппарате. |
| 5        | Компрессоры. Классификация по принципу действия. Компрессоры объемного типа. Компрессоры кинетического типа. Преимущества и недостатки отдельных типов машин в сравнении с лопастными машинами.        |
| 6        | Конструкции компрессоров. Компрессоры со свободно движущимися поршнями. Компрессорные установки. Испытание компрессора. Энергетический баланс компрессора.                                             |
| 7        | Циклы газотурбинных установок, их классификация, сравнение и основные показатели циклов.                                                                                                               |
| 8        | Термодинамический цикл холодильных машин. Расчет цикла холодильных машин. Принцип действия паровых компрессионных холодильных машин.                                                                   |
| 9        | Система охлаждения холодильной установки. Холодильные агенты и хладоносители.                                                                                                                          |
| 10       | Газовые и вихревые холодильные машины.<br>Компрессионные паровые холодильные машины.                                                                                                                   |
| 11       | Абсорбционные и сорбционные холодильные машины.<br>Пароэжекторные холодильные машины                                                                                                                   |
| 12       | Поршневые компрессоры. Ротационные компрессоры. Винтовые компрессоры. Турбокомпрессоры                                                                                                                 |
| 13       | Конденсаторы. Испарители. Охлаждающие приборы.                                                                                                                                                         |
| 14       | Вспомогательное оборудование холодильных машин и установок. Агрегаты холодильных машин и установок                                                                                                     |
| 15       | Охлаждаемые сооружения и холодильное оборудование.                                                                                                                                                     |
| 16       | Классификация холодильников для пищевых продуктов. Охлаждающие среды, их свойства и параметры                                                                                                          |
| 17       | Приборы измерения и контроля параметров охлаждающих сред и продуктов.                                                                                                                                  |
| 18       | Тепловой баланс охлаждаемых помещений, системы охлаждения холодильных камер, способы отвода теплоты от потребителя холода.                                                                             |
| 19       | Холодильное технологическое оборудование. Холодильное торговое оборудование. Способы и оборудование безмашинного охлаждения.                                                                           |
| 20       | Охлаждающие среды их свойства и параметры Газообразная охлаждающая среда.                                                                                                                              |
| 21       | Жидкая охлаждающая среда. Твердая охлаждающая среда.                                                                                                                                                   |
| 22       | Методика расчета теоретического цикла одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса.                                                                                                            |
| 23       | Методика эксергетического анализа работы холодильной машины и теплового насоса                                                                                                                         |
| 24       | Конструкция и принцип действия микроканального теплообменника.                                                                                                                                         |

|    |                                                                                                                                                        |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25 | Тригенерационные источники энергоснабжения                                                                                                             |
| 26 | Виды генерации. Использование тригенерационных установок. Преимущества тригенерационных установок.                                                     |
| 27 | Система управления и мониторинга когенерационных установок. Собственная генерация электроэнергии. Когенерация. Тригенерационная система.               |
| 28 | Схема тригенерации. ГПУ Janbacher. Котлы-утилизаторы. АБХМ Thermax. Оборудование НСТ.                                                                  |
| 29 | Принципиальные схемы тригенерации. Реализованные проекты по тригенерации. Технико-экономическое обоснование. Пример реализации проекта АО “Тепличное”. |
| 30 | Парокомпрессионная холодильная машина (ПХМ). Абсорбционные холодильные машины. Схема бромистолитиевой холодильной установки.                           |
| 31 | Принципиальные схемы тригенерации. Реализованные проекты по тригенерации. Технико-экономическое обоснование. Пример реализации проекта АО “Тепличное”. |

## Рефераты:

1. Циклы паротурбинных установок, анализ их развития и оценка термодинамической эффективности.
2. Циклы газотурбинных установок, их классификация, сравнение и основные показатели циклов.
3. Система охлаждения холодильной установки. Холодильные агенты и хладоносители.
4. Газовые и вихревые холодильные машины.
5. Компрессионные паровые холодильные машины.
6. Кондиционирование воздуха. Опреснение соленой воды.
7. Применение холода в медицине. Применение холода в машиностроении.
8. Компрессоры. Классификация по принципу действия. Компрессоры объемного типа.
9. Компрессоры кинетического типа. Преимущества и недостатки отдельных типов машин в сравнении с лопастными машинами.
10. Схемы машин объемного типа и турбокомпрессоров. Основные понятия. Типы компрессоров.
11. Термодинамика компрессорного процесса. Коэффициенты полезного действия компрессоров. Охлаждение.
12. Поршневые компрессоры. Ротационные компрессоры. Винтовые компрессоры. Турбокомпрессоры.
13. Теплообменные аппараты холодильных машин.
14. Конденсаторы. Испарители. Охлаждающие приборы.
15. Вспомогательное оборудование холодильных машин и установок. Агрегаты холодильных машин и установок.
16. Охлаждаемые сооружения и холодильное оборудование.
17. Классификация холодильников для пищевых продуктов. Охлаждающие среды, их свойства и параметры.
18. Приборы измерения и контроля параметров охлаждающих сред и продуктов.
19. Тепловой баланс охлаждаемых помещений, системы охлаждения холодильных камер, способы отвода теплоты от потребителя холода.
20. Холодильное технологическое оборудование. Холодильное торговое оборудование. Способы и оборудование безмашинного охлаждения.
21. Охлаждающие среды их свойства и параметры. Газообразная охлаждающая среда.
22. Жидкая охлаждающая среда. Твердая охлаждающая среда.
23. Тепло- и массообмен при холодильном хранении. Тепло- и массообмен при размораживании.
24. Методики расчетов парокомпрессорных тепловых насосов. Схема, теоретический цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса.
25. Схема, действительный цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатого

26. парокомпрессорного теплового насоса.
27. Конструкция и принцип действия микроканального теплообменника.
28. Конструкции холодильников. Наружные ограждающие конструкции. Внутренние ограждающие конструкции.
29. Системы охлаждения холодильных камер. Оттаивание снеговой шубы. Способы отвода теплоты от потребителя холода.
30. Воздушные морозильные аппараты. Контактные морозильные аппараты.
31. Холодильное технологическое оборудование.
32. Сублимационные сушильные установки. Технологические кондиционеры.
33. Охлаждение водным льдом. Лёдосоляное охлаждение. Охлаждение холодоаккумуляторами с эвтектикой. Охлаждение сухим льдом. Испарительное охлаждение.
34. Схема, теоретический цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатой
35. парокомпрессорной холодильной машины.
36. Методика расчета теоретического цикла одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины.
37. Схема, действительный цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины
38. Методика расчета действительного цикла одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины.
39. Схема, теоретический цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса.
40. Схема, действительный цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатого
41. парокомпрессорного теплового насоса.
42. Методика расчета действительного цикла одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса.
43. Методика эксергетического анализа работы холодильной машины и теплового насоса.
44. Конструкция и принцип действия микроканального теплообменника.
45. Теплоизоляционные материалы. Гидроизоляционные материалы. Тепловой баланс охлаждаемого помещения.
46. Воздушные морозильные аппараты. Контактные морозильные аппараты.
47. Сублимационные сушильные установки. Технологические кондиционеры.
48. Тригенерационные источники энергоснабжения
49. Виды генерации. Использование тригенерационных установок. Преимущества тригенерационных установок.
50. Схема тригенерации. ГПУ Janbacher. Котлы-утилизаторы. АБХМ Thermax. Оборудование NCT.
51. Принципиальные схемы тригенерации. Реализованные проекты по тригенерации. Технико-экономическое обоснование. Пример реализации проекта АО "Тепличное".
52. Парокомпрессионная холодильная машина (ПХМ). Абсорбционные холодильные машины. Схема бромистолитиевой холодильной установки.
53. Энергетическая эффективность абсорбционно-резорбционной холодильной машины в системе тригенерации малой энергетики.
54. Система тригенерации для фермерского хозяйства. Выбор схемы холодильной машины. Энергетическая эффективность АРХМ
55. Режим совместного отпуска теплоты на ГВС и охлаждение помещений. Абсорбционные бромисто-литиевые
56. холодильные машины.
57. Холодильный коэффициент АБХМ. Удельный расход теплоты на турбоустановку. Принципиальная схема включения АБХМ в систему теплоснабжения от ТЭЦ.
58. Расчет потребности предприятия в тепловых, электрических и холодильных мощностях. Проектирование системы тригенерации.
59. Расчет потребления электроэнергии предприятия, не оборудованного автономной установкой производства тепло- и электроэнергии.
60. Система охлаждения холодильной установки. Холодильные агенты и хладоносители.

### 6.3. Учебно-методическое и информационное обеспечение самостоятельной работы

#### Литература:

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Панцырная Т.В., Парабин В.А., Дьяков А.В. Тригенерация как способ повышения энергетической эффективности. Стратегические решения и риск-менеджмент. 2013;(6):82-87. <a href="https://doi.org/10.17747/2078-8886-2013-6-82-87">https://doi.org/10.17747/2078-8886-2013-6-82-87</a>                                                                                                                                                                                                          |
| 2.  | Холодильная техника. Физическая сущность и способы получения искусственного холода [5] Большаков С. А. Холодильная техника и технология продуктов питания: Учебник для студ. высш. учеб.заведений / Сергей Алексеевич Большаков. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 304 с.ISBN 5-7695-1229-6                                                                                                                                                                                     |
| 3.  | Малинина О.С., Малышев А.А., Низкотемпературные системы. Введение и инновационные направления развития – СПб: Университет ИТМО, 2020. – 56 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4.  | Расщепкин А.Н., Ермолаев В.А., Кемеровский Теплообменные аппараты низкотемпературной техники. [Электронный ресурс] 2012 URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14393.html">http://www.iprbookshop.ru/14393.html</a>                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5.  | Лубков В.И. Основы эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лубков В.И., Новичков С.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019.— 285 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/82563.html">http://www.iprbookshop.ru/82563.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»                                                                                                                                                       |
| 6.  | Доронин М.С. Основы расчета технико-экономических показателей энергетических объектов в системах теплоэнергоснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Доронин М.С.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015.— 104 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/76496.html">http://www.iprbookshop.ru/76496.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»                                                 |
| 7.  | Буянов О.Н.,Воробьева Н.Н.,Усов А.В. Холодильное технологическое оборудование [Электронный ресурс] 2009 URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14401.html">http://www.iprbookshop.ru/14401.html</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 8.  | Ильина Т.Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение : учебное пособие / Ильина Т.Н.. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 200 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/28350.html">https://www.iprbookshop.ru/28350.html</a> — Режим доступа: для авторизир. пользователей                                                                                        |
| 9.  | Зеленцов Д.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение помещения : учебное пособие для СПО / Зеленцов Д.В., Жильников В.Б.. — Саратов : Профобразование, 2022. — 148 с. — ISBN 978-5-4488-1378-8. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/116263.html">https://www.iprbookshop.ru/116263.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <a href="https://doi.org/10.23682/116263">https://doi.org/10.23682/116263</a> |
| 10. | Максимова Н.А. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение : практикум / Максимова Н.А., Орлова А.Я., Колосова Н.В.. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2019. — 90 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/93860.html">https://www.iprbookshop.ru/93860.html</a> — Режим доступа: для авторизир. пользователей                                                                         |
| 11. | Калиниченко М.Ю. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий : учебное пособие / Калиниченко М.Ю.. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 136 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/75578.html">https://www.iprbookshop.ru/75578.html</a> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.                                                                                                            |
| 12. | Чичиндаев А.В. Современные системы кондиционирования воздуха : учебное пособие /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | Чичиндаев А.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-4671-3. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/126633.html">https://www.iprbookshop.ru/126633.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей                                                                                                                                                    |
| 13. | Ярцев А.Г. Котельные установки и парогенераторы. Лабораторный практикум. Ч.1 : учебное пособие / Ярцев А.Г., Арзамасцев А.Г., Картель А.Ю.. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2023. — 89 с. — ISBN 978-5-00175-184-7 (ч.1), 978-5-00175-203-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/130966.html">https://www.iprbookshop.ru/130966.html</a> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей. |
| 14. | Носиков А.А. Холодильная техника и технологии : учебное пособие / Носиков А.А., Носиков В.В.. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2021. — 204 с. — ISBN 978-985-7253-05-0. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/125431.html">https://www.iprbookshop.ru/125431.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей                                                                   |

## 7. Оценочные средства

### **7.1 Вопросы к первой рубежной аттестации**

1. Виды тепловых двигателей. Циклы тепловых двигателей с внешним и внутренним сгоранием.
2. Основы теоретического цикла, термический К.П.Д. Виды К.П.Д. цикла.
3. Циклы паротурбинных установок, анализ их развития и оценка термодинамической эффективности.
4. Сравнение циклов газотурбинных установок и циклов паротурбинных установок. Возможности их совместного использования.
5. Циклы газотурбинных установок, их классификация, сравнение и основные показатели циклов.
6. Термодинамический цикл холодильных машин. Расчет цикла холодильных машин. Принцип действия паровых компрессионных холодильных машин.
7. Система охлаждения холодильной установки. Холодильные агенты и хладоносители.
8. Газовые и вихревые холодильные машины. Компрессионные паровые холодильные машины.
9. Абсорбционные и сорбционные холодильные машины. Пароэжекторные холодильные машины
10. Испытательные холодильные установки. Искусственные ледяные катки.
11. Кондиционирование. воздуха Опреснение соленой воды.
12. Применение холода в медицине. Применение холода в машиностроении.
13. Компрессоры. Классификация по принципу действия. Компрессоры объемного типа.
14. Компрессоры кинетического типа. Преимущества и недостатки отдельных типов машин в сравнении с лопастными машинами.
15. Схемы машин объемного типа и турбокомпрессоров. Основные понятия. Типы компрессоров.
16. Термодинамика компрессорного процесса. Коэффициенты полезного действия компрессоров. Охлаждение.
17. Ступенчатое сжатие. Количество ступеней. Приближенный расчет ступени.
18. Промежуточное давление. Характеристики лопастных компрессоров.
19. Пересчет характеристик. Особенности регулирования лопастных компрессоров. Центробежные компрессоры. Ступень центробежного компрессора. Мощность центробежного компрессора. Конструкции центробежных компрессоров.

20. Поршневые компрессоры. Ротационные компрессоры. Винтовые компрессоры. Турбокомпрессоры
21. Теплообменные аппараты холодильных машин.
22. Конденсаторы. Испарители. Охлаждающие приборы.
23. Вспомогательное оборудование холодильных машин и установок. Агрегаты холодильных машин и установок.
24. Охлаждаемые сооружения и холодильное оборудование.
25. Классификация холодильников для пищевых продуктов. Охлаждающие среды, их свойства и параметры.
26. Приборы измерения и контроля параметров охлаждающих сред и продуктов.
27. Тепловой баланс охлаждаемых помещений, системы охлаждения холодильных камер, способы отвода теплоты от потребителя холода.
28. Холодильное технологическое оборудование. Холодильное торговое оборудование. Способы и оборудование безмашинного охлаждения.
29. Охлаждающие среды их свойства и параметры Газообразная охлаждающая среда.
30. Жидкая охлаждающая среда. Твердая охлаждающая среда.
31. Тепловой расчет процесса охлаждения.
32. Тепловой расчет процесса замораживания.
33. Тепло- и массообмен при холодильном хранении. Тепло- и массообмен при размораживании.
34. Схема, действительный цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины.
35. Методика расчета действительного цикла одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины.

### **Образец билета к первой рубежной аттестации по дисциплине «Системы малой и распределенной энергетики. Тригенирация»**

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М.Д. Миллионщикова  
Институт "Энергетики"**

**Кафедра "Теплотехника и гидравлика"**

**Дисциплина «Системы малой и распределенной энергетики. Тригенирация»**

**Билеты к 1 рубежной аттестации**

**Билет № 1**

1. Охлаждаемые сооружения и холодильное оборудование.
2. Пересчет характеристик. Особенности регулирования лопастных компрессоров. Центробежные компрессоры. Ступень центробежного компрессора. Мощность центробежного компрессора. Конструкции центробежных компрессоров.
3. Конденсаторы. Испарители. Охлаждающие приборы.

**Подпись преподавателя \_\_\_\_\_ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" \_\_\_\_\_ Т.Б. Эзирбаев**

### **7.2 Вопросы ко второй рубежной аттестации по дисциплине «Системы малой и распределенной энергетики. Тригенирация»**

1. Методики расчетов парокомпрессорных тепловых насосов.
2. Схема, теоретический цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса.
3. Методика расчета теоретического цикла одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса.
4. Схема, действительный цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса.
5. парокомпрессорного теплового насоса.

6. Методика расчета действительного цикла одноступенчатого парокомпрессорного теплового насоса Методика эксергетического анализа работы холодильной машины и теплового насоса.
7. Конструкция и принцип действия микроканального теплообменника.
8. Режимы течения двухфазных потоков в микроканалах. Реверс потока в микроканале.
9. Теплообмен при кипении хладагента R134a в микроканале.
10. Конструкции холодильников. Наружные ограждающие конструкции. Внутренние ограждающие конструкции.
11. Теплоизоляционные материалы. Гидроизоляционные материалы. Тепловой баланс охлаждаемого помещения.
12. Системы охлаждения холодильных камер. Оттаивание снеговой шубы. Способы отвода теплоты от потребителя холода.
13. Воздушные морозильные аппараты. Контактные морозильные аппараты.
14. Холодильное технологическое оборудование. Сублимационные сушильные установки. Технологические кондиционеры.
15. Охлаждение водным льдом. Льдосоляное охлаждение. Охлаждение холодоаккумуляторами с эвтектикой. Охлаждение сухим льдом. Испарительное охлаждение.
16. Температурный режим работы парокомпрессионной холодильной машины.
17. Порядок расчета холодильной машины. Схема холодоснабжения. Подбор баков и насосов.
18. Тригенерационные источники энергоснабжения.
19. Виды генерации. Использование тригенерационных установок. Преимущества тригенерационных установок.
20. Система управления и мониторинга когенерационных установок. Собственная генерация электроэнергии. Когенерация. Тригенерационная система.
21. Схема тригенерации. ГПУ Janbacher. Котлы-утилизаторы. АБХМ Thermax. Оборудование NCT.
22. Принципиальные схемы тригенерации. Реализованные проекты по тригенерации. Технико-экономическое обоснование. Пример реализации проекта АО "Тепличное".
23. Парокомпрессионная холодильная машина (ПХМ). Абсорбционные холодильные машины. Схема бромистолитиевой холодильной установки.
24. Энергетическая эффективность абсорбционно-резорбционной холодильной машины в системе тригенерации малой энергетики.
25. Система тригенерации для фермерского хозяйства. Выбор схемы холодильной машины. Энергетическая эффективность АРХМ.
26. Тригенерация как способ снижения рисков и управления затратами на энергоресурсы.
27. Расчет показателей работы теплофикационных турбоустановок в летний период при наличии присоединенной к ТЭЦ холодильной нагрузки.
28. Принципиальная схема включения абсорбционной холодильной машины в систему централизованного отпуска теплоты от ТЭЦ с горячей водой.
29. Режим совместного отпуска теплоты на ГВС и охлаждение помещений. Абсорбционные бромисто-литиевые холодильные машины.
30. Холодильный коэффициент АБХМ. Удельный расход теплоты на турбоустановку. Принципиальная схема включения АБХМ в систему теплоснабжения от ТЭЦ.
31. Схема энергетического баланса системы тригенерации с использованием ПКХМ. Когенерационная установка + АБХМ.
32. Расчет потребности предприятия в тепловых, электрических и холодильных мощностях. Проектирование системы тригенерации.
33. Расчет срока окупаемости установки. Тарификация электроэнергии и природного газа.
34. Расчет потребления электроэнергии предприятия, не оборудованного автономной установкой производства тепло- и электроэнергии.
35. Расчет потребления природного газа предприятия, оборудованного автономной установкой производства тепло- и электроэнергии. Расчет срока окупаемости когенерационной установки
36. Система охлаждения холодильной установки. Холодильные агенты и хладоносители.

## Образец билета ко второй рубежной аттестации

Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова  
Институт "Энергетики"

Дисциплина «Системы малой и распределенной энергетики. Тригенерация»

Билеты ко второй рубежной аттестации

Билет № 1

1. Виды генерации. Использование тригенерационных установок. Преимущества тригенерационных установок.
2. Теплоизоляционные материалы. Гидроизоляционные материалы. Тепловой баланс охлаждаемого помещения.
3. парокомпрессорного теплового насоса.

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" \_\_\_\_\_ Т.Б. Эзирбаев

### 7.2. Вопросы к экзамену по дисциплине «Системы малой и распределенной энергетики. Тригенерация»

1. Циклы паротурбинных установок, анализ их развития и оценка термодинамической эффективности.
2. Сравнение циклов газотурбинных установок и циклов паротурбинных установок. Возможности их совместного использования.
3. Циклы газотурбинных установок, их классификация, сравнение и основные показатели циклов.
4. Термодинамический цикл холодильных машин. Расчет цикла холодильных машин. Принцип действия паровых компрессионных холодильных машин.
5. Система охлаждения холодильной установки. Холодильные агенты и хладоносители.
6. Газовые и вихревые холодильные машины.
7. Компрессионные паровые холодильные машины.
8. Абсорбционные и сорбционные холодильные машины.
9. Пароэжекторные холодильные машины.
10. Компрессоры. Классификация по принципу действия. Компрессоры объемного типа.
11. Компрессоры кинетического типа. Преимущества и недостатки отдельных типов машин в сравнении с лопастными машинами.
12. Термодинамика компрессорного процесса. Коэффициенты полезного действия компрессоров. Охлаждение.
13. Ступень центробежного компрессора. Мощность центробежного компрессора.
14. Поршневые компрессоры. Ротационные компрессоры. Винтовые компрессоры. Турбокомпрессоры.
15. Теплообменные аппараты холодильных машин.
16. Вспомогательное оборудование холодильных машин и установок. Агрегаты холодильных машин и установок.
17. Вспомогательное оборудование холодильных машин и установок. Агрегаты холодильных машин и установок.
18. Тепловой баланс охлаждаемых помещений, системы охлаждения холодильных камер, способы отвода теплоты от потребителя холода.
19. Тепловой расчет процесса охлаждения и замораживания.
20. Схема, теоретический цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатой
21. парокомпрессорной холодильной машины.
22. Методика расчета теоретического цикла одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины.
23. Схема, действительный цикл, принцип действия и основные процессы одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины.
24. Методика расчета действительного цикла одноступенчатой парокомпрессорной холодильной машины.

25. Методика расчета действительного цикла одноступенчатого парокomppressorного теплового насоса.
26. Методика эксергетического анализа работы холодильной машины и теплового насоса. Конструкция и принцип действия микроканального теплообменника.
27. Теплоизоляционные материалы. Гидроизоляционные материалы. Тепловой баланс охлаждаемого помещения.
28. Воздушные морозильные аппараты. Контактные морозильные аппараты. Сублимационные сушильные установки. Технологические кондиционеры.
29. Тригенерационные источники энергоснабжения.
30. Виды генерации. Использование тригенерационных установок. Преимущества тригенерационных установок.
31. Система управления и мониторинга когенерационных установок. Собственная генерация электроэнергии. Когенерация. Тригенерационная система.
32. Схема тригенерации. ГПУ Janbacher. Котлы-утилизаторы. АБХМ Thermax. Оборудование НСТ.
33. Принципиальные схемы тригенерации. Реализованные проекты по тригенерации. Техничко-экономическое обоснование. Пример реализации проекта АО "Тепличное".
34. Парокomppressorная холодильная машина (ПХМ). Абсорбционные холодильные машины. Схема бромистолитиевой холодильной установки.
35. Энергетическая эффективность абсорбционно-резорбционной холодильной машины в системе тригенерации малой энергетики.
36. Система тригенерации для фермерского хозяйства. Выбор схемы холодильной машины. Энергетическая эффективность АРХМ.
37. Тригенерация как способ снижения рисков и управления затратами на энергоресурсы.
38. Расчет показателей работы теплофикационных турбоустановок в летний период при наличии присоединенной к ТЭЦ холодильной нагрузки.
39. Принципиальная схема включения абсорбционной холодильной машины в систему централизованного отпуска теплоты от ТЭЦ с горячей водой.
40. Режим совместного отпуска теплоты на ГВС и охлаждение помещений. Абсорбционные бромисто-литиевые холодильные машины.
41. Холодильный коэффициент АБХМ. Удельный расход теплоты на турбоустановку. Принципиальная схема включения АБХМ в систему теплоснабжения от ТЭЦ.
42. Схема энергетического баланса системы тригенерации с использованием ПКХМ. Когенерационная установка + АБХМ.
43. Расчет потребности предприятия в тепловых, электрических и холодильных мощностях. Проектирование системы тригенерации.
44. Расчет срока окупаемости установки. Тарификация электроэнергии и природного газа.
45. Расчет потребления электроэнергии предприятия, не оборудованного автономной установкой производства тепло- и электроэнергии.
46. Система охлаждения холодильной установки. Холодильные агенты и хладоносители.

### **Образец экзаменационного билета по дисциплине**

**Грозненский государственный нефтяной технический университет им.акад. М.Д. Миллионщикова**  
**Институт "Энергетики"**

**Кафедра "Теплотехника и гидравлика"**

**Дисциплина «Системы малой и распределенной энергетики. Тригенерация»**

**Билеты к экзамену**

**Билет № 1**

1. Схема энергетического баланса системы тригенерации с использованием ПКХМ. Когенерационная установка + АБХМ.
2. Абсорбционные и сорбционные холодильные машины.
3. Методика расчета действительного цикла одноступенчатой парокomppressorной холодильной машины.

**Подпись преподавателя \_\_\_\_\_ Подпись заведующего кафедрой "Т и Г" \_\_\_\_\_ Т.Б. Эзирбаев**

---

## 7.3 Текущий контроль

### Вопросы к практическим занятиям по дисциплине «Системы малой и распределенной энергетики. Тригенирация»

1. Естественное охлаждение.
2. Искусственное охлаждение.
3. Способы получения низких температур.
4. Адиабатическое дросселирование.
5. Эффект Ранка.
6. Термоэлектрический эффект.
7. Подразделение холодильных машин.
8. Холодильный агент.
9. Виды обратного цикла.
10. Энтропия.
11. Удельная массовая холодопроизводительность.
12. Холодильный коэффициент.
13. Холодильная машина.
14. Эффективность цикла теплового насоса.
15. Коэффициент преобразования теплоты.
16. Система охлаждения холодильной установки.
17. Одноступенчатые холодильные машины.
18. Многоступенчатые холодильные машины.
19. Цикл многоступенчатой парокомпрессионной машины.
20. Теоретическая индикаторная диаграмма поршневого компрессора.
21. Теоретическая холодопроизводительность компрессора.
22. Индикаторная диаграмма действительного рабочего процесса.
23. Действительный объем паров холодильного агента.
24. Азеотропные смеси. Теплофизические свойства. 5 Физико-химические свойства.
25. Галогенизированные хладагенты.
26. Гидрофторуглероды (ГФУ) и гидрохлорфторуглероды (ГХФУ).
27. Жидкие и твердые хладоносители.
28. Функциональная схема воздушной холодильной машины.
29. Машины вихревого типа.
30. Компрессионные паровые холодильные машины.
31. Холодильные машины с центробежными компрессорами.
32. Холодильные машины с винтовыми маслозаполненными компрессорами.
33. Холодильные машины с ротационными пластинчатыми компрессорами.
34. Абсорбционные холодильные машины.
35. Сорбционных холодильные машины.
36. Пароэжекторные холодильные машины.
37. Виды поршневых компрессоров.
38. Герметичные компрессоры.
39. Бессальниковые компрессоры.
40. Всасывающие и нагнетательные клапаны.
41. Предохранительные клапаны. Сальники.
42. Ротационные компрессоры.
43. Винтовые компрессоры.
44. Турбокомпрессоры.
45. Кожухотрубные горизонтальные конденсаторы.
46. Кожухотрубные вертикальные конденсаторы.
47. Кожухомеевиковые конденсаторы. Испарительные конденсаторы.
48. Воздушные конденсаторы. Испарители.

49. Воздухоохладители. Отделители жидкости. Маслоотделители. Промежуточные сосуды.
50. Ресиверы. Насосы холодильных установок.
51. Переохладители. Теплообменники.
52. Регулирование перегрева пара. Регулирование температуры охлаждаемого объекта.
53. Регулирование влажности воздуха. Агрегаты холодильных машин и установок.
54. Заготовительные холодильники. Производственные холодильники.
55. Распределительные холодильники. Базисные холодильники.
56. Холодильники смешанного назначения. Условная грузовместимость холодильника.
57. Масса испарившейся влаги. Газообразный диоксид углерода.
58. Газообразный азот. Водные растворы солей высокой концентрации.
59. Гликоли. Жидкий азот. Водный лед. Лёдосоляное охлаждение. Сухой лед.
60. Наружные ограждающие конструкции. Внутренние ограждающие конструкции.
61. Теплоизоляционные материалы. Гидроизоляционные материалы.
62. Тепловой баланс охлаждаемого помещения. Системы охлаждения холодильных камер.
63. Оттаивание снеговой шубы. Способы отвода теплоты от потребителя холода.
64. Воздушные морозильные аппараты. Контактные морозильные аппараты.
65. Сублимационные сушильные установки. Технологические кондиционеры.
66. Охлаждение водным льдом. Лёдосоляное охлаждение.
67. Охлаждение холодоаккумуляторами с эвтектикой.
68. Охлаждение сухим льдом. Испарительное охлаждение.
69. Тригенерация, системы и комплексы. Достоинства и недостатки.

7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

**Таблица 7**

| Планируемые результаты освоения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Критерии оценивания результатов обучения |                                     |                                                        |                                       | Наименование оценочного средства                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | менее 41 баллов<br>(неудовлетворительно) | 41-60 баллов<br>(удовлетворительно) | 61-80 баллов<br>(хорошо)                               | 81-100 баллов<br>(отлично)            |                                                                              |
| ОПК-3 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.                                                                                                                                                             |                                          |                                     |                                                        |                                       |                                                                              |
| <b>Знать:</b><br>- термодинамические основы действия и условия эксплуатации холодильных машин и установок;<br>- происходящие в холодильной технологии тепло- и массообменные процессы и виды эффективно применяемых теплоизолирующих материалов;<br>- схема энергетического баланса системы тригенерации с использованием ПКХМ. | Фрагментарные знания                     | Неполные знания                     | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания | Сформированные систематические знания | Вопросы к рубежным аттестациям, тесты, вопросы к практическим занятиям, РГР. |
| <b>Уметь:</b><br>- выявлять наиболее перспективные, передовые технические решения, в вопросах повышения надежности и энергоэффективности систем холодоснабжения;<br>- определять энергетическую                                                                                                                                 | Частичные умения                         | Неполные умения                     | Умения полные, допускаются небольшие ошибки            | Сформированные Умения                 |                                                                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                    |                                             |                                                                        |                                                      |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--|
| <p>эффективность установки холодильных машин в системах тригенерации.</p> <p>- применять режим совместного отпуска теплоты на ГВС и охлаждение помещений.</p>                                                                                                                                                                                                                                                          |                                    |                                             |                                                                        |                                                      |  |
| <p><b>Владеть:</b></p> <p>- навыками выбора оптимальной конфигурации, схемных решений и оборудования систем холодоснабжения;</p> <p>- методикой о анализа работы холодильной машины и теплового насоса;</p> <p>- навыками выбора современной системы тригенерации как способа увеличения энергоэффективности, рентабельности повышения КПД ТЭС, ТЭЦ и АЭС снижения рисков и управления затратами на энергоресурсы.</p> | <p>Частичное владение навыками</p> | <p>Несистематическое применение навыков</p> | <p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы знаний</p> | <p>Успешное и систематическое применение навыков</p> |  |

## **8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги

сурдопереводчика;

- для слепоглухих допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 9.1 Литература:

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Панцырная Т.В., Парабин В.А., Дьяков А.В. Тригенерация как способ повышения энергетической эффективности. Стратегические решения и риск-менеджмент. 2013;(6):82-87. <a href="https://doi.org/10.17747/2078-8886-2013-6-82-87">https://doi.org/10.17747/2078-8886-2013-6-82-87</a>                                                                                                                                                          |
| 2. | Холодильная техника. Физическая сущность и способы получения искусственного холода [5] Большаков С. А. Холодильная техника и технология продуктов питания: Учебник для студ. высш. учеб.заведений / Сергей Алексеевич Большаков. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. —304 с.ISBN 5-7695-1229-6                                                                                                                                      |
| 3. | Малинина О.С., Малышев А.А., Низкотемпературные системы. Введение и инновационные направления развития – СПб: Университет ИТМО, 2020. – 56 с.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4. | Расщепкин А.Н., Ермолаев В.А., Кемеровский Теплообменные аппараты низкотемпературной техники. [Электронный ресурс] 2012 URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14393.html">http://www.iprbookshop.ru/14393.html</a>                                                                                                                                                                                                                       |
| 5. | Лубков В.И. Основы эксплуатации тепломеханического оборудования ТЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лубков В.И., Новичков С.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019.— 285 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/82563.html">http://www.iprbookshop.ru/82563.html</a> .— ЭБС «IPRbooks»                                                                                                       |
| 6. | Доронин М.С. Основы расчета технико-экономических показателей энергетических объектов в системах теплоэнергоснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Доронин М.С.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015.— 104 с.— Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/76496.html">http://www.iprbookshop.ru/76496.html</a> .— ЭБС «IPRbooks» |
| 7. | Буянов О.Н.,Воробьева Н.Н.,Усов А.В. Холодильное технологическое оборудование [Электронный ресурс] 2009 URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/14401.html">http://www.iprbookshop.ru/14401.html</a>                                                                                                                                                                                                                                       |
| 8. | Ильина Т.Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение : учебное пособие / Ильина Т.Н.. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 200 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL:                                                                                                                                                                                |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | <a href="https://www.iprbookshop.ru/28350.html">https://www.iprbookshop.ru/28350.html</a> — Режим доступа: для авторизир. пользователей                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 9.  | Зеленцов Д.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение помещения : учебное пособие для СПО / Зеленцов Д.В., Жильников В.Б.. — Саратов : Профобразование, 2022. — 148 с. — ISBN 978-5-4488-1378-8. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/116263.html">https://www.iprbookshop.ru/116263.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <a href="https://doi.org/10.23682/116263">https://doi.org/10.23682/116263</a> |
| 10. | Максимова Н.А. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение : практикум / Максимова Н.А., Орлова А.Я., Колосова Н.В.. — Макеевка : Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ЭБС АСВ, 2019. — 90 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/93860.html">https://www.iprbookshop.ru/93860.html</a> — Режим доступа: для авторизир. пользователей                                                                         |
| 11. | Калиниченко М.Ю. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий : учебное пособие / Калиниченко М.Ю.. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 136 с. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/75578.html">https://www.iprbookshop.ru/75578.html</a> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.                                                                                                            |
| 12. | Чичиндаев А.В. Современные системы кондиционирования воздуха : учебное пособие / Чичиндаев А.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2022. — 80 с. — ISBN 978-5-7782-4671-3. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/126633.html">https://www.iprbookshop.ru/126633.html</a> .— Режим доступа: для авторизир. Пользователей.                                                                            |
| 13. | Ярцев А.Г. Котельные установки и парогенераторы. Лабораторный практикум. Ч.1 : учебное пособие / Ярцев А.Г., Арзамасцев А.Г., Картель А.Ю.. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2023. — 89 с. — ISBN 978-5-00175-184-7 (ч.1), 978-5-00175-203-5. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/130966.html">https://www.iprbookshop.ru/130966.html</a> — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.          |
| 14. | Носиков А.А. Холодильная техника и технологии : учебное пособие / Носиков А.А., Носиков В.В.. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2021. — 204 с. — ISBN 978-985-7253-05-0. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/125431.html">https://www.iprbookshop.ru/125431.html</a> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей                                                                            |

#### в) Интернет-ресурсы

Интернет ресурс - [www.gstou.ru](http://www.gstou.ru), электронные библиотечные системы (ЭБС): «IPRbooks», «Консультант студента», «Ibooks», «Лань».

#### г) программное и коммуникационное обеспечение

Средства обеспечения освоения дисциплины

1. Расчетные компьютерные программы: MATHCAD, EXEL.
2. Электронный конспект лекций и электронно-обучающий комплекс по дисциплине  
«Системы и установки производства холода»
3. Тесты для компьютерного тестирования студентов
- 4 Методические указания по освоению дисциплины «Системы и установки производства холода»

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обеспечения освоения дисциплины необходимо наличие учебной аудитории, снабженной мультимедийными средствами для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.

Класс с персональными компьютерами для проведения практических занятий и виртуальных лабораторных работ.

Учебные аудитории кафедры "Теплотехника и гидравлика" в ГУК ГГНТУ – № 4-20, №4-45, №4-47 и №4-49, снабженные мультимедийными средствами для представления презентаций и показа учебных фильмов

## 11. Дополнения и изменения в рабочей программе на учебный год

Дополнения и изменения в рабочие программы вносятся ежегодно перед началом нового учебного года по форме. Изменения должны оформляться документально и вносятся во все учтенные экземпляры.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС и с учетом рекомендаций по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

«Системы малой и распределенной энергетики. Тригенирация» (наличие оборудования и ТСО)

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Лабораторный комплекс "Теплопередача при конвекции и обдуве" ТПК-010-9ЛР-01 (9 лабораторных работ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 2   | Учебно-лабораторный комплекс «Теплообменники» (4 лабораторных работы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3   | Виртуальный программный лабораторный комплекс "Теплотехника" (6 лабораторных работ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4   | Виртуальный учебный комплекс «Тепловые электростанции»<br>Комплекс предназначен для исследования процессов настройки и наладки систем тепловой электростанции, а также контроля и мониторинга состояния элементов систем во время их работы и демонстрации влияния изменения параметров элементов. Программа содержит графическую информацию, изображения мониторов, панели управления и сообщения аварийной сигнализации аналогичные реальным.<br>В состав входит:<br>1. Персональный компьютер, монитор, клавиатура, мышь.<br>2. Предустановленное специализированное программное обеспечение |
| 5   | <b>Комплект плакатов</b> 560x800 мм, Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560x800 мм. Изображение обладает водостойкими свойствами. Каждый плакат имеет элементы крепления к стене.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 5.1 | Тепловые электрические станции (16 шт.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 5.2 | «Тепломассообмен» (16 шт.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 5.3 | Турбины и оборудование тепловых станций (16 шт.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 6   | <b>Электронные плакаты</b> Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5x1,5 м):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| a.  | Тепломассообмен (122 шт.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| б.  | Турбины тепловых станций (21 шт.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|     | <b>Презентации:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 1   | Теплопередача                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2   | Тепловые и атомные электростанции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 3   | Виды, состав и назначение турбин тепловых станций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4   | Паровые и газовые турбины и их особенности.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|    |                                                                        |
|----|------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Компрессоры. Классификация по принципу действия.                       |
| 6  | Центробежные компрессоры.                                              |
| 7  | Осевые и роторные компрессора. Конструкции компрессоров                |
| 8  | Компрессоры со свободно движущимися поршнями. Компрессорные установки. |
| 9  | Основные параметры насосов Центробежные насосы.                        |
| 10 | Характеристики центробежных насосов.                                   |
| 11 | Центробежные вентиляторы.                                              |
|    | <b><u>Видеофильмы:</u></b>                                             |
|    | - Принцип работы котла;                                                |
|    | - Паровой котел;                                                       |
|    | - Паровые турбины;                                                     |
|    | - Пламя горелки;                                                       |
|    | - Короткое замыкание;                                                  |
|    | - Теплообменники;                                                      |
|    | - Розжиг котла;                                                        |
|    | - Градирни;                                                            |
|    | - Принцип работы насоса                                                |
|    | - Принцип работы центробежного насоса;                                 |
|    | - Многоступенчатый насос;                                              |
|    | - Насос ЦНС-1.                                                         |
|    | - Хабаровская ТЭЦ;                                                     |
|    | - Рязанская ГРЭС                                                       |
|    | - Эксплуатация энергоблоков;                                           |
|    | - Принцип работы дымососа;                                             |
|    | - Движение жидкости в рабочем колесе;                                  |

## **Методические указания по освоению дисциплины**

«Системы малой и распределенной энергетики. Тригенирация»

### **1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.**

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Системы малой и распределенной энергетики. Тригенирация» состоит из 9 связанных между собой тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Системы малой и распределенной энергетики. Тригенирация» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/ семинарскому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

### **2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.**

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями

«важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

### **3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.**

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержаниепредложенной темы;

2. Проработать конспект лекций;

3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особоевнимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;

5. Выполнить домашнее задание;

6. Проработать тестовые задания и задачи;

7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

### **3. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.**

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Системы малой и распределенной энергетики. Тригенирация» - это углубление и расширение знаний в области конструкций, расчетов тепловых двигателей холодоснабжения; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

#### Виды СРС и критерии оценок

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Реферат
2. Доклад
3. Эссе
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

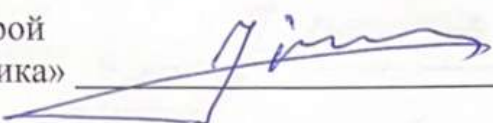
**Составитель:**

Доцент кафедры  
«Теплотехника и гидравлика»

 / Р.А.-В. Турлуев/

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. выпускающей кафедрой  
«Теплотехника и гидравлика»

 / Т.Б.Эзирбаев/

Директор ДУМР, доцент

 / М.А. Магомаева /