

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

*Е.И. Луковникова* Е.И. Луковникова

*2022* 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.08 Технологические энергоносители предприятий**

Закреплена за кафедрой **Энергетики**

Учебный план bs130301\_22\_ПТЭ.plx

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **7 ЗЕТ**

Виды контроля на курсах:

Курсовой проект 2, Экзамен 2

**Распределение часов дисциплины по курсам**

| Курс<br>Вид занятий                     | 2   |     | Итого |     |
|---|-----|-----|-------|-----|
|   | уп  | рп  |       |     |
| Лекции                                  | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Лабораторные                            | 2   | 2   | 2     | 2   |
| Практические                            | 10  | 10  | 10    | 10  |
| В том числе инт.                        | 3   | 3   | 3     | 3   |
| В том числе в форме<br>практ.подготовки | 12  | 12  | 12    | 12  |
| Итого ауд.                              | 18  | 18  | 18    | 18  |
| Контактная работа                       | 18  | 18  | 18    | 18  |
| Сам. работа                             | 225 | 225 | 225   | 225 |
| Часы на контроль                        | 9   | 9   | 9     | 9   |
| Итого                                   | 252 | 252 | 252   | 252 |

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Федяева В.Н.

Рабочая программа дисциплины

**Технологические энергоносители предприятий**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143)

составлена на основании учебного плана:

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
утвержденного приказом ректора от 19.04.2022 протокол № 179.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Энергетики**

Протокол от 26.04. 2022 г. № 10

Срок действия программы: 2022 - 2025 уч.г.

Зав. кафедрой Булатов Ю.Н.

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В.

13 20 мая. 2022 г.

Ответственный за реализацию ОПОП

(подпись) Булатов Ю.Н. (ФИО)

Директор библиотеки

Семик Т.Ф. (подпись) Семик Т.Ф. (ФИО)

№ регистрации

478  
(методический отдел)

---

---

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

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В. \_\_\_\_\_ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры  
**Энергетики**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2023 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Булатов Ю.Н.

---

---

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

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В. \_\_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**Энергетики**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Булатов Ю.Н.

---

---

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

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В. \_\_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Энергетики**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Булатов Ю.Н.

---

---

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

Председатель МКФ

старший преподаватель Латушкина С.В. \_\_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры  
**Энергетики**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Булатов Ю.Н.

| 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ |   |
|-----------------------------|---|
| 1.1                         | Получить необходимые знания для проектирования и эксплуатации систем производства и распределения энергоносителей, необходимых промышленному предприятию. Познакомить обучающихся:  |
| 1.2                         | - с характеристикой промышленных технологических и энергетических потребителей твердого, газообразного и жидкого топлива, сжатого воздуха, кислорода, охлаждающей воды и искусственного холода, а также с их требованиями и параметрами и качеству используемых энергоносителей; с видами, технологическими схемами, составом основного и вспомогательного оборудования, характерными режимами работы и технико-экономическими показателями промышленных энергетических станций, осуществляющих централизованную генерацию и трансформацию используемых на предприятии энергоносителей; |
| 1.3                         | - с методами и способами регулирования и балансирования потребления и производства энергоносителей;   |
| 1.4                         | - схемами, конструкциями и режимами работ внутризаводских систем транспортировки и распределения энергоносителей;   |
| 1.5                         | - направлениями и методами использования вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) предприятия для покрытия его потребностей в энергоносителях.   |

| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП |  |
|-------------------------------------|--|
| Цикл (раздел) ООП:                  | Б1.В.08  |
| <b>2.1</b>                          | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>   |
| 2.1.1                               | Теоретическая и прикладная механика  |
| 2.1.2                               | Физико-химические основы горения и топливо   |
| 2.1.3                               | Котельные установки и парогенераторы   |
| 2.1.4                               | Техническая термодинамика  |
| <b>2.2</b>                          | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1                               | Охрана окружающей среды при работе теплоэнергетических объектов  |
| 2.2.2                               | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы                                     |
| 2.2.3                               | Источники теплоснабжения   |
| 2.2.4                               | Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии  |

| 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  |   |
|---|---|
| <b>ПК-1: готовность к участию в работах по освоению схем размещения ОПД и их систем, доводке технологических процессов, выполнении специальных расчетов</b> |   |
| Индикатор 1   | ПК-1.1. Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства. |
| <b>ПК-5: способность обеспечивать экологическую безопасность ОПД, планировать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве</b>                |   |
| Индикатор 1   | ПК-5.2. Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве.             |

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

|            |   |
|------------|---|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>   |
| 3.1.1      | источники информации для самообразования в рамках выбранного направления; пути обобщения, анализа, восприятия информации, постановки цели и выбора путей ее достижения.   |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>   |
| 3.2.1      | организовать процесс самообразования; применять методы и средства самоорганизации и самообразования; находить организационно-управленческие решения в нестандартных условиях и в условиях различных мнений и готовность нести за них ответственность.   |
| <b>3.3</b> | <b>Владеть:</b>   |
| 3.3.1      | методами самоорганизации; навыками применения средств самообразования и самоорганизации в профессиональной деятельности; способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов; методиками проведения типовых гидродинамических расчетов трубопроводов; методиками оценки потенциала энергосбережения на предприятиях энергетики. |

| 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) |             |                             |                |       |             |            |            |            |
|---|-------------|-----------------------------|----------------|-------|-------------|------------|------------|------------|
| Код занятия                                   | Вид занятия | Наименование разделов и тем | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература | Инте ракт. | Примечание |

|     |         |   |   |     |           |                           |     |                             |
|-----|---------|---|---|-----|-----------|---------------------------|-----|-----------------------------|
|     | Раздел  | <b>Раздел 1. Системы производства и распределения энергоносителей на промышленном предприятии</b>   |   |     |           |                           |     |                             |
| 1.1 | Лек     | Системы производства и распределения энергоносителей на промышленном предприятии  | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Л1.1<br>Л1.2Л3.1<br>Э1 Э2 | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2              |
| 1.2 | Лаб     | Расчетные исследования и выбор промежуточных и конечных холодильников и их показателей для систем производства энергоносителей на ПЭВМ  | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2        | 0,5 | круглый стол ПК-1.1; ПК-5.2 |
| 1.3 | Ср      |   | 2 | 32  | ПК-1 ПК-5 | Л2.1<br>Э1 Э2             | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2              |
| 1.4 | Экзамен |   | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Э1 Э2                     | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2              |
|     | Раздел  | <b>Раздел 2. Характеристики энергоносителей. Масштабы производства и потребления. Методика определения потребности в энергоносителях</b>  |   |     |           |                           |     |                             |
| 2.1 | Лек     | Характеристики энергоносителей. Масштабы производства и потребления. Методика определения потребности в энергоносителях.  | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2        | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2              |
| 2.2 | Лаб     | Моделирование эффективных режимов работы разветвленных систем для транспорта энергоносителей потребителю.   | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2        | 0,5 | круглый стол ПК-1.1; ПК-5.2 |
| 2.3 | Ср      |   | 2 | 32  | ПК-1 ПК-5 | Л2.1<br>Э1 Э2             | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2              |
| 2.4 | Экзамен |   | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Э1 Э2                     | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2              |
|     | Раздел  | <b>Раздел 3. Система воздухообеспечения. Назначение, схема, классификация потребителей сжатого воздуха. Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции (КС). Выбор типа и количества компрессоров КС Расчет технологической схемы КС</b> |   |     |           |                           |     |                             |
| 3.1 | Лек     | Система воздухообеспечения. Назначение, схема, классификация потребителей сжатого воздуха.  | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2        | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2              |

|     |         |   |   |      |           |                    |     |   |
|-----|---------|---|---|------|-----------|--------------------|-----|---|
| 3.2 | Лек     | Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции (КС). Выбор типа и количества компрессоров КС. Расчет технологической схемы КС  | 2 | 0,5  | ПК-1 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2 | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                                |
| 3.3 | Лаб     | Расчет и выбор вариантов потребности промпредприятий в газообразных энергоносителях на ПЭВМ   | 2 | 0,25 | ПК-1 ПК-5 | Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                                |
| 3.4 | Лаб     | Моделирование оптимальной комплектации основными агрегатами компрессорной газовой станции с оценкой эффективности ее показателей на ПЭВМ  | 2 | 0,5  | ПК-1 ПК-5 | Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                                |
| 3.5 | Лаб     | Расчет и выбор оптимального вспомогательного оборудования систем производства энергоносителей различного типа на ПЭВМ   | 2 | 0,25 | ПК-1 ПК-5 | Л2.2 Л2.3<br>Э1 Э2 | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                                |
| 3.6 | Ср      |   | 2 | 32   | ПК-1 ПК-5 | Л2.1<br>Э1 Э2      | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                                |
| 3.7 | Экзамен |   | 2 | 0,5  | ПК-1 ПК-5 | Э1 Э2              | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                                |
|     | Раздел  | <b>Раздел 4. Система технического водоснабжения. Назначение, классификация, схемы, состав оборудования. Методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия. Требования к качеству и параметрам технической воды. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения</b> |   |      |           |                    |     |   |
| 4.1 | Лек     | Система технического водоснабжения. Назначение, классификация, схемы, состав оборудования. Методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия.  | 2 | 0,5  | ПК-1 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2 | 0,5 | лекция - беседа ПК-1.1; ПК-5.2                |
| 4.2 | Лек     | Требования к качеству и параметрам технической воды. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения   | 2 | 0,5  | ПК-1 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2 | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                                |
| 4.3 | Пр      | Расчет потребности в технической воде для конкретного предприятия<br>Расчет потребности предприятия в сжатом воздухе  | 2 | 2    | ПК-1 ПК-5 | Л3.1<br>Э1 Э2      | 1   | сотрудничества в малых группах ПК-1.1; ПК-5.2 |

|     |         |  |   |     |           |                    |     |                                |
|-----|---------|--|---|-----|-----------|--------------------|-----|--------------------------------|
| 4.4 | Пр      | Расчет элементов систем обратного водоснабжения<br>Расчет показателей компрессорной станции<br>Расчет воздухоохладителей компрессорных машин   | 2 | 2   | ПК-1 ПК-5 | Л3.1<br>Э1 Э2      | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                 |
| 4.5 | Ср      |  | 2 | 32  | ПК-1 ПК-5 | Л2.1<br>Э1 Э2      | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                 |
| 4.6 | Экзамен |  | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Э1 Э2              | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                 |
| 4.7 | КП      |  | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Л3.1<br>Э1 Э2      | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                 |
|     | Раздел  | <b>Раздел 5. Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы газоснабжения: назначение схемы, классификация, состав оборудования. Газовый баланс предприятий. Определение расчетной потребности в газе. Природные, искусственные и отходящие горючие газы. Проблемы очистки, аккумулирование, использование избыточного давления. Системы обеспечения искусственными горючими газами. Область использования и способы получения. Техно-экономические показатели; проблемы защиты окружающей среды</b> |   |     |           |                    |     |                                |
| 5.1 | Лек     | Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы газоснабжения: назначение схемы, классификация, состав оборудования. Газовый баланс предприятий. Определение расчетной потребности в газе. Природные, искусственные и отходящие горючие газы.   | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2 | 0,5 | лекция – беседа ПК-1.1; ПК-5.2 |
| 5.2 | Лек     | Проблемы очистки, аккумулирование, использование избыточного давления. Системы обеспечения искусственными горючими газами. Область использования и способы получения. Техно-экономические показатели; проблемы защиты окружающей среды.  | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2 | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                 |
| 5.3 | Пр      | Расчет системы газораспределения для промышленного потребителя   | 2 | 2   | ПК-1 ПК-5 | Л3.1<br>Э1 Э2      | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                 |
| 5.4 | Ср      |  | 2 | 27  | ПК-1 ПК-5 | Л2.1<br>Э1 Э2      | 0   | ПК-1.1; ПК-5.2                 |

|     |         |  |   |     |           |                    |   |                |
|-----|---------|--|---|-----|-----------|--------------------|---|----------------|
| 5.5 | Экзамен |  | 2 | 1   | ПК-1 ПК-5 | Э1 Э2              | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |
| 5.6 | КП      |  | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Л3.1<br>Э1 Э2      | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |
|     | Раздел  | <b>Раздел 6. Системы холодноснабжения, назначение, схемы, классификация. Методика определения потребности в холоде. Технологические схемы холодильных станций, их выбор и расчет</b>   |   |     |           |                    |   |                |
| 6.1 | Пр      | Расчетное определение холодопроизводительности потребителя на заданный температурный уровень и режим охлаждения. Расчет схемы газовой холодильной установки.   | 2 | 2   | ПК-1 ПК-5 | Л3.1<br>Э1 Э2      | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |
| 6.2 | Лек     | Системы холодноснабжения, назначение, схемы, классификация. Методика определения потребности в холоде. Технологические схемы холодильных станций, их выбор и расчет  | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |
| 6.3 | Ср      |  | 2 | 30  | ПК-1 ПК-5 | Л2.1<br>Э1 Э2      | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |
| 6.4 | Экзамен |  | 2 | 1   | ПК-1 ПК-5 | Э1 Э2              | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |
| 6.5 | КП      |  | 2 | 1   | ПК-1 ПК-5 | Л3.1<br>Э1 Э2      | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |
|     | Раздел  | <b>Раздел 7. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Назначение, схемы, классификация. Характеристика потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и др. продуктов разделения. Графики и режимы потребления, методы расчета технологических схем станций разделения и их оборудования.</b> |   |     |           |                    |   |                |
| 7.1 | Лек     | Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Назначение, схемы, классификация.   | 2 | 0,5 | ПК-1 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |
| 7.2 | Лек     | Характеристика потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и др. продуктов разделения. Графики и режимы потребления, методы расчета технологических схем станций разделения и их оборудования.   | 2 | 1   | ПК-1 ПК-5 | Л1.1 Л1.2<br>Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |

|     |         |   |   |    |           |               |   |                |
|-----|---------|---|---|----|-----------|---------------|---|----------------|
| 7.3 | Пр      | Сравнение способов определения минимальной работы разделения воздуха на компоненты.<br>Практические расчеты по диаграмме воздуха. | 2 | 2  | ПК-1 ПК-5 | Л3.1<br>Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |
| 7.4 | Ср      |   | 2 | 40 | ПК-1 ПК-5 | Л2.1<br>Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |
| 7.5 | Экзамен |   | 2 | 2  | ПК-1 ПК-5 | Э1 Э2         | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |
| 7.6 | КП      |   | 2 | 1  | ПК-1 ПК-5 | Л3.1<br>Э1 Э2 | 0 | ПК-1.1; ПК-5.2 |

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция – беседа)

Образовательные технологии с использованием интерактивных методов обучения (круглый стол (дискуссия))

### 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 6.1. Контрольные вопросы и задания

Текущий контроль защита лабораторных работ:

Лабораторная работа №1 Расчет и выбор вариантов потребности промпредприятий в газообразных энергоносителях на ПЭВМ

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Как экспериментально определить потребность промышленных предприятий в сжатом воздухе и других газообразных энергоносителях?
2. Как произвести выбор вариантов нагрузок на промышленную энергетическую станцию?
3. Для чего проводится расчет потребности предприятия в сжатом воздухе?
4. На какие типы при расчетах разделяют пневмоприемники как потребителей?

Лабораторная работа №2 Моделирование оптимальной комплектации основными агрегатами компрессорной газовой станции с оценкой эффективности ее показателей на ПЭВМ

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Сформулируйте цель выполняемой работы.
2. Объясните понятие максимально длительной и максимально возможной нагрузок на станцию.
3. Расскажите, что такое установленная производительность КС.
4. Перечислите показатели эффективности работы компрессорной станции, их приоритетность.
5. Опишите порядок выполнения работы при индивидуальном расчете.
6. Опишите порядок выполнения расчетных исследований на ЭВМ.
7. Объясните, по каким показателям и как производится выбор типа и марки компрессорных машин.
8. Объясните приоритетность показателей эффективности работы станции при обосновании выбора оптимальной комплектации ее машинами для сжатия газообразного энергоносителя.

Лабораторная работа №3 Расчет и выбор оптимального вспомогательного оборудования систем производства энергоносителей различного типа на ПЭВМ

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Сформулируйте цель выполняемой работы.
2. Объясните назначение вспомогательного оборудования компрессорных станций.
3. Опишите принцип действия отдельных элементов вспомогательного оборудования, назовите условия нормальной работы.
4. Опишите порядок выполнения работы при проведении расчетных исследований.
5. Перечислите условия для выбора состава вспомогательного оборудования компрессорной станции.
6. Расскажите о технике безопасности при работе со вспомогательным оборудованием.

Лабораторная работа №4 Моделирование эффективных режимов работы разветвленных систем для транспорта энергоносителей потребителю.

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Сформулируйте цель выполняемой работы.
2. Объясните назначение аэродинамического расчета компрессорных станций.
3. Опишите порядок выполнения работы при проведении расчетных исследований.

Лабораторная работа №5 Расчетные исследования и выбор промежуточных и конечных холодильников и их показателей для систем производства энергоносителей на ПЭВМ

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Сформулируйте цель выполняемой работы.
2. Объясните назначение воздухоохладителя компрессорных станций.
3. Опишите принцип действия отдельных элементов воздухоохладителя, назовите условия нормальной работы.
4. Опишите порядок выполнения работы при проведении расчетных исследований.
5. Перечислите условия для выбора воздухоохладителя компрессорной станции.
6. Расскажите о технике безопасности при работе с воздухоохладителем.

### 6.2. Темы письменных работ

Курсовой проект:

Цель проекта:

Для закрепления теоретических знаний по курсу «Технологические энергоносители предприятий» учебным планом предусмотрен курсовой проект, цель которого заключается в том, чтобы научить студентов применять при решении инженерно-технических задач полученные ими знания и сведения, также должно выполнять следующие задачи:

- расширить знания студентов путем изучения ГОСТов, справочников, типовых проектов и другой специальной литературы;
- ознакомить студента с практическими задачами и современными научно-техническими решениями в области промышленной теплоэнергетики, с нормативами или расчетами технико-экономических показателей проектируемого объекта, сопоставления вариантов и т.д.;
- ознакомить с методами расчета на ЭВМ систем транспортирования энергоносителей, элементов основного и вспомогательного оборудования промышленных энергетических станций, теплотехнических процессов и аппаратов;
- содействовать развитию творческой инициативы при самостоятельном решении поставленных перед ними задач;
- развить навыки технико-литературно грамотного изложения в пояснительной записке методов расчета, обоснования принятых ими технических решений. Развивать умение обоснованно защищать принятые решения и выполненную работу.

Основная тематика:

В курсовом проекте проводится расчет технологической схемы компрессорной станции; конструктивные и прочностные расчеты устанавливаемого на ней оборудования; гидравлический расчет трубопроводов; расчет технико-экономических показателей станции. В расчетах рекомендуется использовать пакеты прикладных программ на ЭВМ.

Студентам предлагается один из трех вариантов:

1. Расчет системы воздухообеспечения доменного цеха.
2. Расчет системы воздухообеспечения фанерного завода.
3. Расчет системы воздухообеспечения машиностроительного завода.

Рекомендуемый объем работы: Курсовой проект должен включать введение, заключение, список использованной литературы и технологическую часть. Курсовой проект выполняется в виде пояснительной записки объемом 35 – 45 страниц.

Графическое выполнение: Объем графической части 2-3 листа формат А1.

Выдача задания, прием и защита КП проводится в соответствии с календарным учебным графиком.

### 6.3. Фонд оценочных средств

Экзаменационные вопросы:

Раздел №1 Системы производства и распределения энергоносителей на промышленном предприятии

- 1.1 Современные масштабы и перспективы производства и потребления энергоносителей на промышленных предприятиях.
- 1.2 Обобщенное понятие о системе энергоносителями промышленных технологических энергосистемах.
- 1.3 Характеристика энергоносителей.
- 1.4 Обобщенные показатели и характеристики системы и ее элементов: генератора, коммуникаций, потребителя.
- 1.5 Способы оценки эффективности системы в целом.
- 1.6 Использование энергетических показателей в обобщенном подходе оценки энергопотребления.
- 1.7 Основные требования к организации надежного и бесперебойного обеспечения энергетических и технологических потребителей энергоносителями.

Раздел №2 Характеристики энергоносителей. Масштабы производства и потребления. Методика определения потребности в энергоносителях

- 2.1 Характеристика потребителей сжатого воздуха на предприятиях отраслей промышленности по расходам, давлениям, режимам потребления и т.д.
- 2.2 Требования к качеству (содержание влаги, пыли, температуры) и надежности подачи технологического и силового воздуха.
- 2.3 Определение нагрузки на компрессорную станцию, выбор типа и числа компрессоров.
- 2.4 Типы компрессорных станций промышленных предприятий для выработки силового и технологического сжатого воздуха, технологические схемы станций.
- 2.5 Выбор привода компрессоров для конкретных видов потребителей сжатого воздуха.
- 2.6 Компоновка компрессорной станции, электро-, масло- и водоснабжение станций.
- 2.7 Особенности схем и компоновок крупных компрессорных станций металлургических, машиностроительных, химических и др. предприятий.

Раздел №3 Система воздухообеспечения. Назначение, схема, классификация потребителей сжатого воздуха. Определение

расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции (КС). Выбор типа и количества компрессоров КС Расчет технологической схемы КС

- 3.1 Работа компрессорной станции при переменных нагрузках, режимы регулирования параметров станций и их технико-экономические показатели.
- 3.2 Характеристика и основы расчета вспомогательного оборудования компрессорных станций.
- 3.3 Использование ЭВМ для расчета оборудования и оптимизации режимов работы.
- 3.4 Характеристика потребителей технической воды и основные направления ее использования на промышленных предприятиях.
- 3.5 Требования к качеству, параметрам, расходам воды в системах технического водоснабжения.
- 3.6 Связь технического водоснабжения промышленных предприятий с экономическими, социальными проблемами в масштабах региона, города, республики.
- 3.7 Методика определения потребности в воде на технологические, противопожарные, хозяйственные нужды отдельных цехов и предприятий с учетом реальных графиков водопотребления.

Раздел №4 Система технического водоснабжения. Назначение, классификация, схемы, состав оборудования. Методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия. Требования к качеству и параметрам технической воды. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения

- 4.1 Классификация, схема, состав оборудования, области применения, режимы работы систем производственного водоснабжения.
- 4.2 Оборотные системы водоснабжения, как средство снижения энергозатрат на водопотребление и уменьшение загрязнения окружающей среды.
- 4.3 Определение расчетных расходов и давлений для проектирования основных установок и сооружений в прямоточных и оборотных системах водоснабжения.
- 4.4 Особенности систем водоснабжения отраслей промышленности (черная и цветная металлургия, химия, тепловые электростанции).
- 4.5 Основные сооружения систем производственного водоснабжения, устройства для забора и транспорта воды, очистные и охлаждающие сооружения. Расчетное сравнение различных способов охлаждения воды.
- 4.6 Экономические и энергетические показатели современных систем производственного водоснабжения.
- 4.7 Перспективы развития систем водоснабжения, последовательное использование воды в разных аппаратах и цехах, использование сточных и опресненных вод, замена водяного охлаждения на воздушное.

Раздел №5 Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы газоснабжения: назначение схемы, классификация, состав оборудования. Газовый баланс предприятий. Определение расчетной потребности в газе. Природные, искусственные и отходящие горючие газы. Проблемы очистки, аккумулярование, использование избыточного давления. Системы обеспечения искусственными горючими газами. Область использования и способы получения. Технико-экономические показатели; проблемы защиты окружающей среды

- 5.1 Масштабы потребления газа современными промышленными предприятиями.
- 5.2 Газовый баланс предприятия.
- 5.3 Характеристики естественных и искусственных газов, определение расчетной потребности в газе для конкретного потребителя.
- 5.4 Система обеспечения потребителей природным газом.
- 5.5 Газовые коммуникации, регулирующая и распределительная аппаратура.
- 5.6 Снабжение отходящими горячими газами, учет реальных графиков выхода газов, утилизация избыточного давления, проблемы очистки и аккумулярования.
- 5.7 Мероприятия по защите окружающей среды.

Раздел №6 Системы холодоснабжения, назначение, схемы, классификация. Методика определения потребности в холоде. Технологические схемы холодильных станций, их выбор и расчет

- 6.1 Характеристика потребителей искусственного холода на промышленных предприятиях по расходам и температурным уровням.
- 6.2 Способы получения холода и классификация холодильных установок.
- 6.3 Системы холодоснабжения с компрессионными, абсорбционными и парожеткаторными холодильными установками.
- 6.4 Хранение и транспорт хладагентов и хладоносителей.
- 6.5 Компоновка станций по выработке холода.
- 6.6 Энергетические и экономические показатели производства и транспорта холода.
- 6.7 Перспективы совершенствования систем холодоснабжения.

Раздел №7 Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Назначение, схемы, классификация. Характеристика потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и др. продуктов разделения. Графики и режимы потребления, методы расчета технологических схем станций разделения и их оборудования.

- 7.1 Характеристика промышленных потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и др. продуктов разделения воздуха по расходам и параметрам.
- 7.2 Показатели интенсификации производственных технологических процессов, внедрение новых технологий, снижения загрязнения окружающей среды при использовании кислорода в технологических установках промпредприятий.
- 7.3 Требования к качеству продуктов разделения воздуха.
- 7.4 Специфика потребления продуктов разделения воздуха, графики и режимы потребления.
- 7.5 Методы промышленного разделения воздуха.
- 7.6 Промышленные станции производства продуктов разделения воздуха, режимы работы, резервирование установок и

аккумуляция продукции.

7.7 Назначение, конструкция, режимы работы и основы расчета вспомогательного оборудования (теплообменники, регенераторы, компрессоры, детандеры) воздуходелительных установок и станций.

#### 6.4. Перечень видов оценочных средств

Отчеты по лабораторным работам, Курсовой проект; экзаменационные вопросы.

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

#### 7.1. Рекомендуемая литература

##### 7.1.1. Основная литература

|          | Авторы,           | Заглавие   | Издательство,                   | Кол-во | Эл. адрес   |
|----------|-------------------|--|---------------------------------|--------|---|
| Л1.<br>1 | Луканин П.В.      | Технологические энергоносители предприятий. Низкотемпературные энергоносители: учебное пособие | Санкт-Петербург: СПбГТУРП, 2009 | 1      | <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Луканин%20П.В.Технологические%20энергоносители%20предприятий.Низкотемпературные%20энергоносители.Учеб.пособие.2009.PDF">http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Луканин%20П.В.Технологические%20энергоносители%20предприятий.Низкотемпературные%20энергоносители.Учеб.пособие.2009.PDF</a> |
| Л1.<br>2 | Молодежников Л.И. | Технологические энергоносители промышленных предприятий: учебное пособие                       | Томск: ТПУ, 2010                | 1      | <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Молодежников%20Л.И.Технологические%20энергоносители%20промышленных%20предприятий.Учеб.пособие.2010.PDF">http://ecat.brstu.ru/catalog/Ресурсы%20свободного%20доступа/Молодежников%20Л.И.Технологические%20энергоносители%20промышленных%20предприятий.Учеб.пособие.2010.PDF</a>                                 |

##### 7.1.2. Дополнительная литература

|          | Авторы,                                 | Заглавие  | Издательство,      | Кол-во | Эл. адрес |
|----------|---|---|--------------------|--------|-----------|
| Л2.<br>1 | Федяев А.А., Калинин Н.В., Данилов О.Л. | Технологические энергосистемы предприятий. Расчет систем производства и распределения газообразных энергоносителей: Учебное пособие | Братск: БрГУ, 2005 | 17     |           |
| Л2.<br>2 | Федяев А.А., Федяева В.Н.               | Технологические энергоносители предприятий: лабораторный практикум  | Братск: БрГУ, 2013 | 31     |           |
| Л2.<br>3 | Федяев А.А., Федяева В.Н., Михолап Н.Н. | Исследование характеристик элементов технологических энергосистем: лабораторный практикум   | Братск: БрГУ, 2014 | 28     |           |

##### 7.1.3. Методические разработки

|          | Авторы,                   | Заглавие   | Издательство,      | Кол-во | Эл. адрес |
|----------|---------------------------|--|--------------------|--------|-----------|
| Л3.<br>1 | Федяев А.А., Федяева В.Н. | Технологические энергосистемы предприятий. Задания и методические указания к выполнению курсового проекта: методические указания | Братск: БрГУ, 2002 | 30     |           |

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

|    |   |
|----|---|
| Э1 | <a href="http://ecat.brstu.ru/catalog">http://ecat.brstu.ru/catalog</a> |
| Э2 | <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>                 |

#### 7.3.1 Перечень программного обеспечения

|         |  |
|---------|--|
| 7.3.1.1 | Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level |
| 7.3.1.2 | КОМПАС-3D V13  |

#### 7.3.2 Перечень информационных справочных систем

|         |  |
|---------|--|
| 7.3.2.1 | ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система |
| 7.3.2.2 | Справочно-правовая система «Консультант Плюс»  |
| 7.3.2.3 | «Университетская библиотека online»            |

|         |   |
|---------|---|
| 7.3.2.4 | Электронный каталог библиотеки БрГУ                                     |
| 7.3.2.5 | Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" |
| 7.3.2.6 | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU                              |
| 7.3.2.7 | Национальная электронная библиотека НЭБ                                 |
| 7.3.2.8 | Электронная библиотека БрГУ   |

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

|       |                                    |  |
|-------|------------------------------------|--|
| 0002* | лекционная аудитория               | Учебная мебель   |
| 0001* | аудитория для практических занятий | Учебная мебель   |
| A1004 | Лаборатория теплогазоснабжения     | Основное оборудование:<br>Стенд «Автоматизированный тепловой пункт», Лабораторная установка «Методы очистки воды» БЖ8м, Лабораторная установка «Методы очистки воздушной среды» БЖС7, Лабораторный стенд ГД-ВЕНТ.<br>Дополнительно:<br>Маркерная доска - 1 шт.<br>Учебная мебель:<br>Комплект мебели (посадочных мест) - 12 шт.<br>Комплект мебели (посадочных мест) для преподавателя – 1 шт. |
| 2201  | читальный зал №1                   | Комплект мебели (посадочных мест)<br>Стеллажи<br>Комплект мебели (посадочных мест) для библиотекаря<br>Выставочные шкафы<br>ПК i5-2500/H67/4Gb (монитор TFT19 Samsung) (10шт.);<br>принтер HP Laser Jet P2055D (1шт.)  |

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

Дисциплина технологические энергоносители предприятий направлена на получение необходимых знаний для проектирования и эксплуатации систем производства и распределения энергоносителей, необходимых промышленному предприятию.

Изучение дисциплины технологические энергоносители предприятий предусматривает:

- лекции,
- лабораторные работы,
- практические работы;
- курсовой проект,
- самостоятельную работу,
- экзамен.

В ходе освоения раздела 1 «Системы производства и распределения энергоносителей на промышленном предприятии» студенты должны уяснить: системы производства и распределения энергоносителей на промышленном предприятии.

В ходе освоения раздела 2 «Характеристики энергоносителей. Масштабы производства и потребления. Методика определения потребности в энергоносителях» студенты должны уяснить основные характеристики энергоносителей; масштабы их производства и потребления; а так же методику определения потребности в энергоносителях.

В ходе освоения раздела 3 «Система воздухообеспечения. Назначение, схема, классификация потребителей сжатого воздуха.

Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции (КС). Выбор типа и количества компрессоров КС Расчет технологической схемы КС» студенты должны уяснить: характеристики потребителей сжатого воздуха на предприятиях отраслей промышленности; требования, предъявляемые к качеству и надежности подачи технологического и силового воздуха; различать типы компрессорных станций промышленных предприятий для выработки силового и технологического сжатого воздуха, технологические схемы станций.

В ходе освоения раздела 4 «Система технического водоснабжения. Назначение, классификация, схемы, состав оборудования. Методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия.

Требования к качеству и параметрам технической воды. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения» студенты должны уяснить: характеристики потребителей технической воды и основные направления ее использования на промышленных предприятиях; требования к качеству, параметрам, расходам воды в системах технического водоснабжения; методику определения потребности в воде на технологические, противопожарные, хозяйственные нужды; экономические и энергетические показатели современных систем производственного водоснабжения; перспективы развития систем водоснабжения, последовательное использование воды в разных аппаратах и цехах, использование сточных и опресненных вод, замена водяного охлаждения на воздушное.

В ходе освоения раздела 5 «Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы газоснабжения: назначение схемы, классификация, состав оборудования. Газовый баланс предприятий. Определение расчетной потребности в газе. Природные, искусственные и отходящие горючие газы. Проблемы очистки, аккумулирование, использование избыточного давления. Системы обеспечения искусственными горючими газами. Область использования и способы получения. Техничко-экономические показатели; проблемы защиты окружающей среды» студенты должны уяснить: масштабы потребления газа современными промышленными предприятиями; газовый баланс предприятия; характеристики естественных и искусственных газов, определение расчетной потребности в газе для конкретного потребителя; система обеспечения потребителей природным газом; газовые коммуникации, регулирующие и распределительная аппаратура; снабжение отходящими горячими газами, учет реальных графиков выхода газов, утилизация избыточного давления, проблемы очистки и аккумулирования; мероприятия по защите окружающей среды.

В ходе освоения раздела 6 «Системы холодоснабжения, назначение, схемы, классификация. Методика определения

потребности в холоде. Технологические схемы холодильных станций, их выбор и расчет» студенты должны уяснить: характеристику потребителей искусственного холода на промышленных предприятиях по расходам и температурным уровням; способы получения холода и классификация холодильных установок.

В ходе освоения раздела 7 «Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Назначение, схемы, классификация. Характеристика потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и др. продуктов разделения. Графики и режимы потребления, методы расчета технологических схем станций разделения и их оборудования» студенты должны уяснить: характеристику промышленных потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и др. продуктов разделения воздуха по расходам и параметрам; требования к качеству продуктов разделения воздуха; специфика потребления продуктов разделения воздуха, графики и режимы потребления; методы промышленного разделения воздуха; назначение, конструкция, режимы работы и основы расчета вспомогательного оборудования (теплообменники, регенераторы, компрессоры, детандеры) воздуходелительных установок и станций. При подготовке к экзамену рекомендуется особое внимание уделить следующим вопросам: системы производства и распределения энергоносителей на промышленном предприятии; характеристики энергоносителей и их масштабы производства и потребления; методика определения потребности в энергоносителях; назначение, схема, классификация потребителей сжатого воздуха; определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции (КС); выбор типа и количества компрессоров и расчет технологической схемы КС; методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия; требования к качеству и параметрам технической воды; расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы газоснабжения: назначение схемы, классификация, состав оборудования; системы холодоснабжения, назначение, схемы, классификация. Методика определения потребности в холоде; технологические схемы холодильных станций, их выбор и расчет; системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха; назначение, схемы, классификация.

В процессе проведения практических занятий происходит закрепление знаний о проведении расчетов: потребности предприятия в сжатом воздухе; показателей компрессорной станции<sup>4</sup> воздухоохладителях компрессорных машин; потребности в технической воде для конкретного предприятия; элементов систем оборотного водоснабжения; системы газораспределения для промышленного потребителя; определение холодопроизводительности потребителя на заданный температурный уровень и режим охлаждения. Расчет схемы газовой холодильной установки; способов определения минимальной работы разделения воздуха на компоненты; практических расчетов по диаграмме воздуха.

В процессе проведения лабораторных работ происходит формирование умений и навыков реализации определения: потери напора по длине в круглой трубе, в прямоугольном канале, при внезапном расширении канала прямоугольного сечения, при внезапном сужении трубы; обтекание круглого цилиндра и крылового профиля и др.

Работа с литературой является важнейшим элементом в получении знаний по дисциплине. Прежде всего, необходимо воспользоваться списком рекомендуемой по данной дисциплине литературой. Дополнительные сведения по изучаемым темам можно найти в периодической печати и Интернете.

Предусмотрено проведение аудиторных занятий (в виде презентаций, проблемной лекции, лекции с запланированными ошибками) в сочетании с внеаудиторной работой.