

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной  
работе

                    Лейфа                    А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ ПРЕДПРИЯТИЙ»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность (профиль) образовательной программы – Энергообеспечение  
предприятий

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2023

Форма обучения – Очная

Курс     4     Семестр     7    

Зачет 7 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель Е.Ю. Артюшевская, старший преподаватель,

Энергетический факультет

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.18 № 143

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Савина Н.В. Савина

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Савина Н.В. Савина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

Цель дисциплины: изучить общие принципы, структуру и функционирование систем производства и распределения технологических энергоносителей предприятий; овладеть знаниями и навыками расчета и выбора основного и вспомогательного оборудования систем производства и распределения технологических энергоносителей предприятий; способствовать расширению кругозора, проявлению самостоятельности при выполнении расчетов и технико-экономического обоснования принятых технических решений.

### Задачи дисциплины:

Задачи дисциплины: приобретение студентами знаний об основных элементах систем производства и распределения технологических энергоносителей (станции и установки по производству сжатого воздуха, холода, продуктов разделения воздуха; системы водо- и топливоснабжения); приобретение навыков подбора и расчета стандартного основного и вспомогательного оборудования, расчета потребности в технологических энергоносителях, тепловых и материальных балансов установок и элементов систем производства и распределения технологических энергоносителей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Технологические энергоносители предприятий» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

### 3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-3 Способен определять параметры оборудования, рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ИД-1.ПК-3 Определяет параметры оборудования объектов профессиональной деятельности, учитывая технические ограничения и требования по экологической безопасности ИД-2.ПК-3 Рассчитывает, обеспечивает и управляет режимами объектов профессиональной деятельности
ПК-4 Способен участвовать в эксплуатации и организации ремонта объектов профессиональной деятельности	ИД-4.ПК-4 Выполняет организационное и техническое обеспечение полного цикла или отдельных стадий эксплуатации объектов профессиональной деятельности

## 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Виды, классификация и характеристика энергоносителей	7	4										4	Тест
2	Системы топливоснабжения. Твердое топливо	7	4		1								6	Тест
3	Системы топливоснабжения. Жидкое топливо	7	2		1								6	Тест
4	Системы топливоснабжения. Газообразное топливо	7	4		1								6	Тест
5	Техника безопасности в топливном хозяйстве	7	2		1								4	Тест
6	Требования к качеству и параметрам технической воды	7	2		1								4	Тест
7	Системы технического водоснабжения	7	2		2								4	Тест
8	Характеристика потребителей сжатого воздуха	7	2		2								4	Разноуровневые задачи и задания

9	Выбор компрессоров и детандеров	7	2		2							4	Разноуровневые задачи и задания
10	Способы получения холода и классификация холодильных установок	7	2		2							5	Разноуровневые задачи и задания
11	Выбор и расчет компрессора	7	2		2							4	Разноуровневые задачи и задания
12	Характеристика промышленных потребителей работ	7	2									4.8	Разноуровневые задачи и задания
13	Свойства газовых смесей и характеристика методов их разделения	7	2		1							4	Разноуровневые задачи и задания
14	Зачет	7							0.2				
	Итого			32.0	16.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0		59.8	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Виды, классификация и характеристика энергоносителей	Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях. Характеристика энергоносителей. Масштабы их производства и потребления. Методика определения потребности в энергоносителях. Графики нагрузок по энергоносителям.
2	Системы топливоснабжения. Твердое топливо	Направления, масштабы и перспективы использования органического топлива. Топливо-энергетический баланс предприятия. Стоимость топлива. Твердое топливо. Потребители твердого топлива; их требования к марке и качеству топлива; определение часовой и суточной потребности в топливе. Способы доставки твердого топлива. Методы организации и механизации разгрузки топлива. Необходимое оборудование; его конструкции; режимы работы. Хранение и сортировка топлива. Способы подачи топлива потребителям, их аппаратурное и конструктивное оформление.
3	Системы топливоснабжения. Жидкое топливо	Потребители мазута. Характеристика мазута. Особенности работы на мазуте. Определение потребности в мазуте. Мазутное хозяйство. Установки для разгрузки мазутных цистерн и

		танкеров. Подогреватели Мазутохранилища. мазута.
4	Системы топливоснабжения. Газообразное топливо	Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы газоснабжения: назначение, схемы, классификация. Состав оборудования. Газовый баланс предприятия. Определение расчетной потребности в газе. Характеристика природных, искусственных и отходящих горючих газов, используемых в качестве технологического сырья и энергоносителя. Производство и транспорт газа. Проблемы очистки, аккумулирование, использование избыточного давления. Системы обеспечения искусственными горючими газами: области использования. Способы получения; технико-экономические показатели. Промысловый и магистральный газопроводы. Газораспределительная станция и газораспределительные пункты. Определение расчетной потребности в газе; графики определения и методы покрытия пиков нагрузки. Общие принципы и порядок расчета разветвленных газопроводов; гидравлический расчет газовых сетей.
5	Техника безопасности в топливном хозяйстве	Токсичность и взрываемость, утечка горючих газов; испытание газовых сетей на прочность и герметичность. Охрана труда при эксплуатации и ремонтных работах. Защита газопроводов от коррозии. Проблемы защиты окружающей среды. Мероприятия по защите окружающей среды в системах топливоснабжения.
6	Требования к качеству и параметрам технической воды	Характеристика потребителей технической воды и основные направления ее использования. Требования к качеству и параметрам технической воды. Связь технического водоснабжения промпредприятий с экологическими и социальными проблемами в масштабах региона, города, республики. Методика определения потребности в воде на технологические, противопожарные, хозяйственные и питьевые нужды предприятия.
7	Системы технического водоснабжения	Назначение, классификация, схемы, состав оборудования. Прямоточные системы технического водоснабжения. Обратные и бессточные системы водоснабжения как средство снижения энергозатрат на водопотребление и уменьшение загрязнения окружающей среды. Определение расчетных расходов и давлений для проектирования основных установок и сооружений в прямоточных и обратных системах водоснабжения. Особенности системы водоснабжения ТЭС.

8	Характеристика потребителей сжатого воздуха	Состав и свойства атмосферного и сжатого воздуха. Система воздухообеспечения: назначение, схема. Классификация потребителей сжатого воздуха на предприятиях различных отраслей промышленности. Требования к качеству (содержание влаги, пыли, температура) и надежности подачи технологического и силового воздуха. Сушка и очистка воздуха. Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции (КС). Методы определения нагрузок на компрессорную станцию.
9	Выбор компрессоров и детандеров	Типы компрессорных станций; типовые принципиальные и технологические схемы вспомогательного оборудования. Классификация компрессоров; область применения компрессоров статического (объемного) и динамического сжатия. Теоретический и действительный рабочий процесс поршневого компрессора. Показатели работы поршневых и центробежных компрессоров. Выбор типа и количества компрессоров КС. Расчет технологических схем КС. Регулирование производительности. Работа компрессора на присоединенную сеть. Сети сжатого воздуха. Правила техники безопасности и эксплуатации компрессорных станций.
10	Способы получения холода и классификация холодильных установок	Применение искусственного холода в промышленности. Системы холодообеспечения: назначение, схемы, классификация. Способы получения холода и классификация холодильных установок. Методика определения потребности в холоде. Холодильные агенты и хладоносители. Действительный цикл паровой компрессионной холодильной установки. Сложные циклы: 2-х ступенчатое сжатие с двойным регулированием полным и неполным промежуточным охлаждением; 2-х ступенчатое сжатие (промежуточный сосуд); 3-х ступенчатый и каскадный циклы.
11	Выбор и расчет компрессора	Технологические схемы холодильных станций их выбор и расчет. Классификация компрессоров холодильных установок. Понятие эксергии. Тепловой и эксергетический баланс холодильных станций и установок. Абсорбционная и парожеторная холодильные установки, принцип действия, тепловой баланс. Оценка возможностей утилизации ВЭР для получения холода. Выбор и тепловой расчет теплообменных аппаратов холодильных установок. Техничко-экономические показатели систем производства холода. Перспективы совершенствования систем холодообеспечения
12	Характеристика промыш-	Назначение, схема, классификация систем

	ленных потребителей работ	обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Характеристик промышленных потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения воздуха. Графики и режимы потребления. Идеальные процессы ожижения и замораживания газов. Дифференциальный эффект дросселирования (дроссель- эффект Джоуля-Томпсона).
13	Свойства газовых смесей и характеристика методов их разделения	Квазициклы ожижения воздуха Линде, Гейландта, Капицы. Методы расчета технологических схем станций разделения и их оборудования. Выбор компрессоров и детандеров. Свойства газовых смесей и характеристика методов их разделения, характеристика продуктов разделения воздуха. Низкотемпературная ректификация, принципиальные схемы ректификационных колонн. Техническая характеристика воздухоразделительных установок, особенности расчета регенеративных и рекуперативных теплообменников, низкотемпературная тепловая изоляция.

## 5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
-------------------	-----------------

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Виды, классификация и характеристика энергоносителей	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	4
2	Системы топливоснабжения. Твердое топливо	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	6
3	Системы топливоснабжения. Жидкое топливо	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	6
4	Системы топливоснабжения. Газообразное топливо	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	6
5	Техника безопасности в топливном хозяйстве	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	4



6	Требования к качеству и параметрам технической воды	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	4
7	Системы технического водоснабжения	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	4
8	Характеристика потребителей сжатого воздуха	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	4
9	Выбор компрессоров и детандеров	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	4
10	Способы получения холода и классификация холодильных установок	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	5
11	Выбор и расчет компрессора	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	4
12	Характеристика промышленных потребителей работ	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	4.8
13	Свойства газовых смесей и характеристика методов их разделения	Подготовка отчетов по выполнению практических работ. Выполнение индивидуального задания, подготовка текущего контролю по теме (разделу).	4

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Технологические энергоносители предприятий» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: проблемные ситуации, компьютерные симуляции, деловые игры и т.д.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, индивидуальные задания или иные мате-

риалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а так же методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств.

Вопросы к зачету:

1. Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях.
2. Характеристика энергоносителей. Масштабы их производства и потребления.
3. Методика определения потребности в энергоносителях.
4. Система воздухообеспечения: назначение, схема.
5. Классификация потребителей сжатого воздуха на предприятиях различных отраслей промышленности.
6. Типовая схема компрессорной станции с компрессорами объемного сжатия.
7. Типовая схема компрессорной станции с компрессорами динамического сжатия.
8. Способы регулирования производительности компрессоров объемного сжатия.
9. Способы регулирования производительности компрессоров динамического сжатия.
10. Система технического водоснабжения: назначение, классификация, схемы.
11. Состав оборудования; методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия.
12. Требования к качеству и параметрам технической воды. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения.
13. Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы газоснабжения: назначение, схемы, классификация.
14. Состав оборудования. Газовый баланс предприятия. Определение расчетной потребности в газе.
15. Природные, искусственные и отходящие горючие газы.
16. Проблемы очистки, аккумулирование, использование избыточного давления.
17. Системы обеспечения искусственными горючими газами: области использования.
18. Способы получения. Техничко-экономические показатели. Проблемы защиты окружающей среды;
19. Системы холодоснабжения: назначение, схемы, классификация.
20. Методика определения потребности в холоде.
21. Технологические схемы холодильных станций их выбор и расчет. Требования, предъявляемые к холодильным агентам и хладонносителям.
22. Схема и принцип действия абсорбционной холодильной установки.
23. Методика расчета парокомпрессионной холодильной установки.
24. Методика расчета абсорбционной холодильной установки.
25. Тепловой баланс парокомпрессионной холодильной установки.
26. Тепловой баланс абсорбционной холодильной установки.
27. Идеальные процессы ожижения и замораживания газов.
28. Использование в квазициклах ожижения детандеров.
29. Свойства газовых смесей и характеристика методов их разделения.
30. Низкотемпературная ректификация.
31. Одно- и двухкратная ректификация.
32. Принцип действия ректификационной колонны.
33. Особенности расчета рекуперативных теплообменников воздуходелительных установок.
34. Конструкции регенеративных теплообменников воздуходелительных установок.
35. Конструкции рекуперативных теплообменников воздуходелительных установок.
36. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха: назначение, схемы, классификация.
37. Характеристика продуктов разделения воздуха.

38. Характеристика потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения. Графики и режимы потребления.
39. Методы расчета технологических схем станций разделения и их оборудования.
40. Низкотемпературная тепловая изоляция.
41. Расчет низкотемпературной изоляции.
42. Выбор и расчет компрессоров холодильных установок

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) литература

1. Организация производства на предприятиях : учебное пособие для бакалавров / составители О. П. Смирнова. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 103 с. — ISBN 978-5-4497-1368-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115097.html> (дата обращения: 17.03.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/115097>
2. Портнов, В. В. Технологические энергоносители предприятий: водоснабжение : учебное пособие / В. В. Портнов, С. В. Дахин, О. А. Орловцева. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 211 с. — ISBN 978-5-4497-1093-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108284.html> (дата обращения: 17.03.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Портнов, В. В. Технологические энергоносители предприятий: воздухоснабжение. В 2 частях. Ч. 1 : учебное пособие / В. В. Портнов, О. А. Орловцева. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 126 с. — ISBN 978-5-4497-1096-3 (ч. 1), 978-5-4497-1097-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108285.html> (дата обращения: 17.03.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4. Портнов, В. В. Технологические энергоносители предприятий: воздухоснабжение. В 2 частях. Ч. 2 : учебное пособие / В. В. Портнов, О. А. Орловцева. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 115 с. — ISBN 978-5-4497-1098-7 (ч. 2), 978-5-4497-1097-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108286.html> (дата обращения: 17.03.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	7-Zip	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL <a href="http://www.7-zip.org/license.txt">http://www.7-zip.org/license.txt</a> .
2	Atom	Бесплатное распространение по лицензии MIT <a href="https://opensource.org/licenses/mit-license.php">https://opensource.org/licenses/mit-license.php</a> .
3	Операционная система Linux	GNU-лицензия (GNU General Public License)

### в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>	Научная электронная библиотека eLibrary.ru
2	Группа «РусГидро» — один из крупнейших российских энергетических холдингов. РусГидро является лидером в производстве энергии	Группа «РусГидро» — один из крупнейших российских энергетических холдингов. РусГидро является лидером в производстве энергии на базе возобновляемых источников, развивающим генерацию на основе энергии водных потоков, морских приливов, солнца, ветра и геотермальной энергии.

на базе возобновляемых источников, развивающим генерацию на основе энергии водных потоков, морских приливов, солнца, ветра и геотермальной энергии.	
---	--

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и санитарно-эпидемиологическим нормам.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, направленность (профиль) образовательной программы «Энергообеспечение предприятий».

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций в Power Point. Для проведения практических занятий и в самостоятельной работе студентов используются технологические схемы, температурные карты, модели процессов. Практические работы проводятся с использованием стационарного и переносного компьютерных классов кафедры энергетики.