



**Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.6 Технологические энергосистемы предприятий» /сост. В.И. Андросов- Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2024**

Рабочая программа предназначена обучающимся очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника



## 1 Цели и задачи освоения дисциплины:

### Цели:

Изучение структуры, теоретических и технических основ и принципов функционирования систем производства, транспорта и потребления технологических энергоносителей: сжатого воздуха, холода, технического водоснабжения и продуктов разделения воздуха (кислорода, азота, аргона и др.) в соответствии с требованиями надежной и экономичной эксплуатации при высоких термодинамических и экономических показателях; получение необходимых знаний для проектирования и эксплуатации технологических энергосистем предприятий; расширение кругозора, проявление самостоятельности при выполнении расчетов и технико-экономического обоснования принятых технических решений.

### Задачи:

-получение знаний по назначению, составу, параметрам систем и механизмов, входящих в состав технологических энергосистем предприятий, конструкции отдельных механизмов и правилам их безаварийной эксплуатации;

-приобретение навыков по проектированию технологических энергосистем предприятий;

-приобретение навыков пользования методическими нормативными материалами, технической и технологической документацией, современными информационными средствами и технологиями, а также навыков подбора и расчета стандартного основного и вспомогательного оборудования, расчета потребности в технологических энергоносителях, тепловых и материальных балансов установок и элементов технологических энергосистем предприятий.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.15 Гидрогазодинамика, Б1.Д.Б.16 Теоретические основы теплотехники, Б1.Д.Б.17 Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.19 Надежность систем энергообеспечения предприятий, Б2.П.В.П.2 Проектная практика*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	ПК*-1-В-1 Участвует в разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства ПК*-1-В-3 Владеет технологическим процессом выработки тепловой энергии и теплоснабжения потребителей	<b>Знать:</b> методы сбора и анализа исходных данных для проектирования элементов оборудования и технологических процессов, техническую и нормативную документацию для проектирования технологических энергосистем предприятий, принципы научной методологии и специфику научного исследования

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p><b>Уметь:</b> составлять структурные схемы элементов оборудования и технологических энергосистем предприятий с использованием нормативной документации, определять потребности предприятия в энергоносителях для технологических и энергетических нужд</p> <p><b>Владеть:</b> принципами работы, структурой работы предприятия и технологическим процессом выработки тепловой энергии, теплоснабжения, воздухообеспечения, водогазо-холодоснабжения; знаниями характеристик, элементарного и физического составов исходных материалов для производства технологических энергоносителей, навыками проектирования элементов оборудования и технологических энергосистем в целом с использованием технической и нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации.</p>
ПК*-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	<p>ПК*-2-В-1 Выбирает основное и вспомогательное оборудование для обеспечения технологических процессов</p> <p>ПК*-2-В-2 Выполняет расчеты с использованием средств автоматизации проектирования</p>	<p><b>Знать:</b> Характеристики энергоносителей; классификацию систем теплоснабжения, воздухообеспечения, водогазо-холодоснабжения, их назначение; типовые методики гидростатических и тепловых расчетов при проектировании и эксплуатации теплотехнического оборудования и систем транспорта энергоносителей, стандартные средства и системы автоматизации при проектировании технологических энергосистем предприятий</p> <p><b>Уметь:</b> выполнять расчеты принци-</p>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>альных схем энергетических станций, оборудования и трубопроводов, проводить гидравлические и тепловые расчеты применительно к теплотехническому оборудованию и системам транспорта энергоносителей по типовым методикам с использованием нормативной документации и современных методов поиска и обработки информации, применять современные средства и системы автоматизированного проектирования технологических энергосистем предприятий</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>методами определения потребностей предприятия в различных видах энергоносителей, их параметров и способов регулирования для обеспечения расчетных и текущих потребностей технологических процессов предприятия, навыками создания математических моделей, привлечения для их решения компьютерных технологий, создания компьютерных программ, получения проектных решений и их анализа, методами проведения тепловых и гидравлических расчетов теплоэнергетического оборудования и систем транспорта энергоносителей с использованием нормативной документации, навыками применения современных систем автоматизированного проектирования.</p>
ПК*-8 Способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров	ПК*-8-В-1 Владеет организацией работы по изучению и внедрению научных и технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта в сфере теплоснабжения ПК*-8-В-2 Демонстрирует знания по	<p><b>Знать:</b></p> <p>основы метрологии, основы метрологического обеспечения при учете энергоносителей и способах регулирования для обеспечения расчетных и текущих</p>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ров и текущего ремонта оборудования	техническому обслуживанию и ремонту котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования, трубопроводов, КИПиА, инженерных сетей, зданий и сооружений	<p>щих потребностей технологических процессов систем теплоснабжения, воздухообеспечения, водогазохолодоснабжения;</p> <p>проектную документацию схем систем теплоснабжения, воздухообеспечения, водогазохолодоснабжения, элементную базу этих систем, основы технологических процессов предприятия, знания по техническому обслуживанию и ремонту основного и вспомогательного оборудования, трубопроводов, КИПиА, инженерных сетей, зданий и сооружений</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>измерять энергетические, количественные характеристики, определяющие эффективность процессов преобразования энергии на компрессионных, воздухораспределительных, газораспределительных энергетических станциях, оценивать погрешности измерений, применять контрольно-измерительную технику для контроля качества и метрологического обеспечения технологических процессов; рассчитывать элементы оборудования систем теплоснабжения, воздухообеспечения, водогазохолодоснабжения, определять для них необходимый состав оборудования, на основе паспортных данных и каталогов оценивать эффективность использования применяемого оборудования, анализировать технологический процесс работы, обрабатывать данные и оценивать их погрешность</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>основными методами измерений, обработки результатов и</p>

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		оценки погрешностей измерений, методами поверки средств измерений и их выбора исходя из метрологической задачи, при проведении энергетических замеров, учете и контроле на компрессионных, воздухо-распределительных, газораспределительных энергетических станциях; методами анализа полученных результатов, навыками составления отчетов по работе оборудования, систематизацией и обработкой результатов испытаний оборудования и подготовкой необходимой документации; организацией работы по изучению и внедрению научно-технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта в сфере энерго-снабжения

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	7 семестр	8 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>180</b>	<b>288</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>34,25</b>	<b>35</b>	<b>69,25</b>
Лекции (Л)	18	16	34
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16		16
Консультации		1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1,5	1,5
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение курсового проекта (КП); - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - выполнение расчетно-графического задания (РГЗ); - написание реферата (Р);	<b>73,75</b>	<b>145</b> +	<b>218,75</b>

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	7 семестр	8 семестр	всего
- <i>написание эссе (Э);</i> - <i>самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);</i> - <i>подготовка к лабораторным занятиям;</i> - <i>подготовка к практическим занятиям;</i> - <i>подготовка к коллоквиумам;</i> - <i>подготовка к рубежному контролю и т.п.)</i>			
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>зачет</b>	<b>экзамен</b>	

#### Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях	18	2	-	10	6
2	Система технического водоснабжения	44	8	-		36
3	Система воздухообеспечения	46	8	-	6	32
	Итого:	108	18	-	16	74

#### Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
4	Системы газоснабжения	70	6	16	-	48
5	Системы холодоснабжения	70	6	-	-	64
6	Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха	40	4	-	-	36
	Итого:	180	16	16	-	148
	Всего:	288	34	16	16	222

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Введение. Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях

Характеристика энергоносителей; масштабы их производства и потребления. Методика определения потребности в энергоносителях. Система теплоэнергоснабжения промышленного предприятия, ее задача и состав. Элементы системы: производство – коммуникация – потребитель и их взаимосвязь, использование в ее составе вторичных энергетических ресурсов предприятия. Режимы производства и потребления энергоносителей.

### Раздел 2. Система технического водоснабжения

Водопотребление промпредприятий. Масштабы и режимы водопотребления. Категории водопотребления. Требования к качеству воды. Источники водоснабжения, ресурсы. Расчет потребностей хозяйственно-питьевой и производственной воды, воды для пожаротушения. Состав и варианты схем систем водоснабжения: прямоточная система водоснабжения; система водоснабже-



ния с повторным использованием воды; обратная система водоснабжения; бессточная система водоснабжения. Режимы работы системы водоснабжения. Суточные графики водопотребления. Взаимосвязь графика потребления воды с работой основных сооружений системы водоснабжения: связь по расходам; связь по напорам. Свободный напор. Пьезометрический график. Типы водопроводных сетей. Принципы и методы определения диаметров водопроводных линий и потерь напора в них. Последовательность расчета тупиковых и кольцевых сетей. Насосные станции, их типы, назначение, методы резервирования подачи. Водоохлаждающие устройства: классификация, области применения, достоинства и недостатки. Водный режим обратных систем водоснабжения. Расчет продувки обратной системы водоснабжения. Методы очистки добавочной природной и промышленных сточных вод.

### **Раздел 3. Система воздухообеспечения**

Назначение, схема системы воздухообеспечения. Классификация и характеристика потребителей сжатого воздуха. Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции. Выбор типа, типоразмера и количества компрессоров, устанавливаемых на компрессорных станциях с поршневыми и центробежными компрессорами. Общие сведения о компрессорах, устанавливаемых на компрессорных станциях. Показатели работы компрессоров. Характеристики сети и компрессоров. Определение рабочих параметров, регулирование работы компрессорных машин. Воздухозаборные устройства, воздухоочистка. Промежуточные и концевые воздухоохладители. Влаagoотделители, ресиверы. Воздухоочистительные установки. Аэродинамический гидравлический расчет воздушной магистрали. Оценка температуры охлаждающей воды в обратной системе водоснабжения. Термодинамический (тепловой) расчет компрессорных установок с поршневыми и центробежными компрессорами. Определение температуры охлаждения воздуха в системе его осушки. Показатели работы компрессорной станции.

### **Раздел 4. Системы газоснабжения**

Понятие о системе газоснабжения. Термины и определения системы газоснабжения. Основные цели и задачи дисциплины. Законодательные и нормативно-правовые акты Российской Федерации, направленные на создание законодательной базы в области газоснабжения, энергосбережения и определяющих энергетическую стратегию России и топливно-энергетического комплекса на долгосрочный период. Горючие газы. Физическая природа и химический состав горючих газов. Классификация горючих газов и особенности каждого из них. Добыча, обработка и транспортировка природного газа. Классификация и схемы городских систем газоснабжения. Устройство газопроводов. Защита подземных газопроводов от коррозии. Гидравлический расчет газовых сетей. Расчет сетей обеих ступеней и составления расчетных схем, показывающих направление газовых потоков, а также длину, расчетный расход и диаметр газопровода на каждом участке. Промышленные и сельскохозяйственные системы газоснабжения. Принципиальные схемы промышленных систем и их классификации, количеством и расположением ГРП и ГРУ, межцеховые и внутрицеховые газопроводы и их устройство. Теоретические основы сжигания газов. Газовые горелки. Конструкция и основные характеристики газовых горелок. Подготовка газоздушных смесей и сжигание их с помощью газогорелочных устройств.

### **Раздел 5. Системы холодоснабжения**

Характеристика потребителей искусственного холода на промпредприятиях, их требования к хладагентам и температурным уровням холода. Физические процессы получения холода, энергозатраты. Рабочие вещества холодильных машин - хладагенты и хладоносители. Классификация холодильных машин, параметры, области использования. Принципы выбора хладагентов. Одно- и двухступенчатые, каскадные компрессорные холодильные машины. Турбокомпрессорные холодильные машины со ступенчатым сжатием и дросселированием. Параметры и показатели работы холодильных машин. Теплоиспользующие холодильные машины. Идеальный абсорбционный трансформатор тепла. Рабочие тела. Водоаммиачная и бромисто-литиевая холодильные машины. Пароэжекторная холодильная машина. Показатели работы абсорбционных холодильных машин. Схема холодоснабжения с непосредственным испарением хладагента в технологических аппаратах. Схема холодоснабжения с использованием промежуточных хладоносителей. Смешанная схема. Преимущества и недостатки схем. Расчет системы холодоснабжения и выбор ее основного

оборудования. Определение потребности в холоде. Выбор холодильной машины и расчет её рабочих параметров. Определение параметров испарения и конденсации ХА в цикле при реальных внешних условиях работы.

#### **Раздел 6. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха**

Назначение, схемы, классификация систем использования в промышленности продуктов разделения воздуха. Состав воздуха. Продукты разделения: кислород, азот, аргон и др. технические газы. Области применения. Методы разделения воздуха. Характеристики промышленных потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения воздуха. Графики и режимы потребления. Определение потребности предприятия, его цехов и установок в кислороде и азоте. Классификация криогенных установок. Технические методы ожижения и разделения воздуха. Воздухоожижительные установки: К. Линде; Ж. Клода; П. Гейландта; П.Л. Капицы - схемы, квазициклы. Бинарные смеси и их свойства. Колонны однократной ректификации: для получения кислорода; для получения азота. Колонна двукратной ректификации. Получение аргона и др. инертных газов.

#### **4.3 Лабораторные работы**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Определение теплопроизводительности и полезно использованного тепла газовой горелки	2
2	1	Измерение газовым счетчиком расхода сжигаемого горелкой газа	2
3	1	Определение пропускной способности и гидравлического сопротивления газового клапанного счетчика	2
4	1	Расчет основных параметров воздуха кондиционера	2
5	1	Расчет диаметров трубопровода для холодильных машин	2
6	3	Расчет воздуховода	2
7	3	Исследование термодинамических процессов в поршневом компрессоре	2
8	3	Тепловой расчёт поршневого компрессора	2
		Итого:	16

#### **4.4 Практические занятия (семинары)**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Гидравлический расчет кольцевой водопроводной сети	4
2	3	Расчет компрессорной станции	4
3	4	Расчет потребности газа	4
4	4	Расчет системы газоснабжения	4
		Итого:	16

#### **4.5 Курсовой проект (8 семестр)**

Примерные темы курсового проекта:

1. Расчет системы воздухообеспечения промышленного предприятия
2. Расчет системы холодоснабжения промышленного предприятия
3. Расчет системы водоснабжения промышленного предприятия
4. Расчет системы кислородоснабжения промышленного предприятия

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1. Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий : учебник / Н. В. Калинин, Н. А. Логинова, Е. В. Жигулина, Ю. В. Яворовский. — Москва : НИУ МЭИ, 2021. — 344 с. — ISBN 978-5-7046-2437-0. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/362519>.
2. Энергетика технологических процессов в АПК : учебное пособие / М. М. Беззубцева, В. С. Волков, А. Г. Пиркин, С. А. Фокин ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ). — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2011. — 265 с. : ил., табл., схем. — ISBN 978-5-85-983-146-3. — Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276791>.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Андык, В. С. Автоматизированные системы управления технологическими процессами на ТЭС : учебник для вузов / В. С. Андык. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 407 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05087-5. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/493314>.
2. Беззубцева, М. М. Моделирование электромеханических и электротехнологических процессов сельскохозяйственного потребителя : учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия / М. М. Беззубцева, В. С. Волков ; Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ). — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2018. — 198 с. : ил., табл., схем. — Режим доступа: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=596592>

### 5.3 Периодические издания

1. Известия РАН. Энергетика: журнал. - М.: Академиздатцентр "Наука" РАН, 2022.
2. Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология": журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2022.
3. Теплоэнергетика: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2022.
4. Энергосбережение: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2022.

### 5.4 Интернет-ресурсы

1. <http://www.trie.ru>—электронная энциклопедия энергетики;
2. [www.files.lib.sfu-kras.ru](http://www.files.lib.sfu-kras.ru)- электронный справочник по лабораторным работам;
3. [www.fizika.ayp.ru](http://www.fizika.ayp.ru)- обучающий портал для работы с механикой жидкости и газов;
4. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)- свободная энциклопедия;
5. <https://www.coursera.org/>- «Coursera»;
6. <https://openedu.ru/>- «Открытое образование»;
7. <https://universarium.org/>- «Универсариум»;
8. <https://www.edx.org/>- «EdX»;
9. <https://www.lektorium.tv/>- «Лекториум»;
10. <https://openedu.ru/course/> - «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий»;
11. <https://www.coursera.org/learn/python>- «Coursera», MOOK: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
12. <https://universarium.org/catalog>- «Универсариум», Курсы, MOOK: «Общие вопросы философии науки»;
13. <https://www.lektorium.tv/mooc>- «Лекториум», MOOK: «Дискретная математика»

## **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice (Writer, Calc, Impress, Math, Draw, Base)
3. САПР Компас-3D
4. 7zip — архиватор: P7Zip
5. Веб-браузер с поддержкой ГОСТовского шифрования для работы с ГИС (госИС): Chromium
6. Программа для создания и обработки растровой графики с частичной поддержкой работы с векторной графикой: GIMP
7. Простой редактор файлов PDF: PDFedit
8. - <https://yandex.ru/> - бесплатный российский Интернет обозреватель Яндекс. Браузер
9. <http://newgdz.com/spravochnik> Справочник по высшей математике
10. <http://aist.osu.ru/> АИССТ ОГУ - автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования ОГУ

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционные и практические занятия проводятся в учебных аудиториях.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду филиала и ОГУ.

### **К рабочей программе прилагаются:**

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

**ЛИСТ**  
**согласования рабочей программы**

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника  
код и наименование

Профиль: Энергообеспечение предприятий

Дисциплина: Б1.Д.В.6 Технологические энергосистемы предприятий

Форма обучения: очная

Год набора 2024

РЕКОМЕНДОВАНА на заседании кафедры  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры

протокол №8 от "05" апреля 2024г.

Ответственный исполнитель, заведующий кафедрой  
электроснабжения промышленных предприятий  
наименование кафедры

  
подпись

Е.С. Золотарев  
расшифровка подписи

*Исполнители:*

доцент каф. ЭПП  
должность

  
подпись

В.И. Андросов  
расшифровка подписи

ОДОБРЕНА на заседании НМС, протокол №5 от "18" апреля 2024г.

Председатель НМС

  
подпись

Л.Ю. Полякова  
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

И.о.зав. кафедрой ЭПП

  
подпись

Е.С. Золотарев  
расшифровка подписи

Заведующий библиотекой

  
подпись

С.Н. Козак  
расшифровка подписи