Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра электро- и теплоэнергетики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.6 Технологические энергосистемы предприятий»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
(код и наименование направления подготовки)

Энергообеспечение предприятий
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.6 Технологические энергосистемы предприятий*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра электро- и теплоэнергетики
наименование кафедры

протокол № 6 от "14" 04 2016.

Заведующий кафедрой
Кафедра электро- и теплоэнергетики _____ В.Ю. Соколов
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:

_____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____ В.Ю. Соколов
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника _____ В.Ю. Соколов
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ С.А.Биктимирова
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
_____ Сильвашко С.А.
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации 2249608

© Соколов В.Ю., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

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.17 Основы электроизмерений, Б1.Д.Б.19 Техническая механика, Б1.Д.Б.20 Гидрогазодинамика, Б1.Д.Б.21 Теоретические основы теплотехники*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.23 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	**Знать:** методы сбора и анализа исходных данных для проектирования элементов оборудования и технологических процессов, техническую и нормативную документацию для проектирования технологических энергосистем предприятий,

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		принципы научной методологии и специфику научного исследования **Уметь:** составлять структурные схемы элементов оборудования и технологических энергосистем предприятий с использованием нормативной документации, определять потребности предприятия в энергоносителях для технологических и энергетических нужд **Владеть:** принципами работы, структурой работы предприятия и технологическим процессом выработки тепловой энергии, теплоснабжения воздухоснабжения, водо-газо-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.
ПК*-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования	ПК*-2-В-1 Выбирает основное и вспомогательное оборудование для обеспечения технологических процессов ПК*-2-В-2 Выполняет расчеты с использованием средств автоматизации	**Знать:** характеристики энергоносителей; классификацию систем теплоснабжения, воздухоснабжения, водо-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
в соответствии с техническим заданием	проектирования	газо-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 **Уметь:** выполнять расчеты принципиальных 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 **Владеть:** методами определения потребностей предприятия в различных видах энергоносителей, их параметров и способов регулирования для обеспечения расчётных и текущих потребностей технологических процессов предприятия, навыками создания математических

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		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.
ПК*-8 Способен участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования	ПК*-8-В-1 Владеет организацией работы по изучению и внедрению научно-технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта в сфере теплоснабжения ПК*-8-В-2 Демонстрирует знания по техническому обслуживанию и ремонту котлоагрегатов, котельного и вспомогательного оборудования, трубопроводов, КИПиА, инженерных сетей, зданий и сооружений	**Знать:** основы метрологии, основы метрологического обеспечения при учете энергоносителей и способах регулирования для обеспечения расчетных и текущих потребностей технологических процессов систем теплоснабжения, воздухоснабжения, водо-газо-холодоснабжения; проектную документацию схем систем теплоснабжения, воздухоснабжения, водо-газо-холодоснабжения, 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 **Уметь:** измерять энергетические, количественные характери-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		стики, 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, воздухоснабжения, водо-газо-холодоснабжения, 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 **Владеть:** основными методами измерений, обработки результатов и оценки погрешностей измерений, методами поверки средств измерений и их выбора исходя из метрологической задачи, при проведении энергетических замеров, учете и контроле на компрессионных, воздухораспределительных, 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 изуче-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		нию и внедрению научно-технических достижений, передового отечественного и зарубежного опыта в сфере энергоснабжения

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
Общая трудоёмкость	**108**	**108**	**216**
Контактная работа:	**34,25**	**43**	**77,25**
Лекции (Л)	18	24	42
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
Самостоятельная работа: *- выполнение курсового проекта (КП);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- изучение разделов курса в системе электронного обучения;* *- подготовка к рубежному контролю и т.п.)*	**73,75**	**65** +	**138,75**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	**экзамен**	

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	42	8			34
3	Система воздухоснабжения	48	8		6	34

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	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	34	10	12		12
5	Системы холодоснабжения	40	8	4		28
6	Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха	34	6			28
	Итого:	108	24	16		68
	Всего:	216	42	16	16	142

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 водоснабжения с повторным использованием воды; оборотная 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 оборотных систем водоснабжения. Расчет продувки оборотной системы водоснабжения. Методы очистки добавочной природной и промышленных сточных вод.

Раздел 3. Система воздухоснабжения

Назначение, схема системы воздухоснабжения. Классификация и характеристика потребителей сжатого воздуха. Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции. Выбор типа, типо-

размера 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. Влагоотделители, 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, направленных 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 газовоздушных смесей и сжигание их с помощью газогорелочных устройств.

Раздел 5. Системы холодоснабжения

Характеристика потребителей искусственного холода на промпредприятиях, их требования к хладоагентам и температурным уровням холода. Физические процессы получения холода, энергозатраты. Рабочие вещества холодильных машин - хладоагенты 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 воздухоснабжения 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. Павлинова И. И. Водоснабжение и водоотведение [Текст]: учеб. для бакалавров / И. И. Павлинова, В. И. Баженов, И. Г. Губий.- 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Юрайт, 2012. - 472 с.: ил. - Библиогр.: с. 471-472. - ISBN 978-5-9916-1714-7.
2. Нагнетательные машины (компрессоры) [Текст]: учеб. пособие / С. В. Антимонов [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. машин и аппаратов хим. и пищевых пр-в, Каф. теплогазоснабжения, вентиляции и гидромеханики. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2007. - 122 с. - Библиогр.: с. 110-111. - Прил.: с. 112.
3. Брюханов О. Н. Газоснабжение [Текст]: учеб. пособие для вузов / О. Н. Брюханов В. А. Жила А. И. Плужников. - М.: Академия, 2008. - 441 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 433-434. - ISBN 978-5-7695-2595-7.

5.2 Дополнительная литература

1. Горячев С. В. Система воздухоснабжения промышленного предприятия [Текст]: учебное пособие для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 140100.62 Теплоэнергетика и теплотехника / С. В. Горячев, И. В. Сологуб; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. теплоэнергетики. - Оренбург: Университет, 2014. - 98 с.; 6,1 печ. л. - Библиогр.: с. 72-73. - ISBN 978-5-4417-0488-5.

5.3 Периодические издания

1. Известия РАН. Энергетика: журнал. - М.: Академиздатцентр "Наука" РАН, 2024.

2. Международный научный журнал "Альтернативная энергетика и экология": журнал. - Москва: Агентство "Роспечать", 2024.

3.Теплоэнергетика: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2024.

4. Энергосбережение: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2024.

5.4 Интернет-ресурсы

1. http://www.trie.ru–электронная энциклопедия энергетики;
2. www.wikipedia.org- свободная энциклопедия;
3. https://www.coursera.org/- «Coursera»;
4. https://openedu.ru/- «Открытое образование»;
5. https://universarium.org/- «Универсариум»;
6. https://www.edx.org/- «EdX»;
7. https://www.lektorium.tv/- «Лекториум»;
8. https://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий»;
9. https://www.coursera.org/learn/python- «Coursera», МООК: «Programming for Everybody (Getting Started with Python)»;
10. https://universarium.org/catalog- «Универсариум», Курсы, МООК: «Общие вопросы философии науки»;
11. https://www.lektorium.tv/mooc- «Лекториум», МООК: «Дискретная математика»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

- Open Office
- Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - http://aist.osu.ru.
- http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей
- Справочник электрика и энергетика. – Режим доступа: http://www.elecab.ru/dvig.shtml
- SCOPUS [Электронный ресурс]: реферативная база данных / компания Elsevier. –

Режим доступа: https://www.scopus.com/, в локальной сети ОГУ.

- Технологические энергосистемы предприятий [Электронный ресурс] : электронный курс

в системе Moodle / С.В. Горячев, Оренб. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург : ОГУ, [2022].–

Режим доступа: Электронные курсы ОГУ в системе обучения moodle. –

https://moodle.osu.ru/course/view.php?id=10477

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

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

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория кафедры электро- и теплоэнергетики, оснащенная мультимедийным оборудованием с наглядными пособиями, динамическими иллюстрациями. Для выполнения лабораторных работ предназначены технологические схемы, стенд-тренажер «Кондиционер», стенд-тренажер «Холодильник», стенды с образцами термометров, манометров и барометров, компрессор, насосная станция, расходомер «Днепр 7», расходомер «Portaflow 220».

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