Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

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 2025

2211389

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

Кафедра электро- и теплоэнергетики
наименование кафедры

протокол № 07 от "10" 03 2025.

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

Исполнители:
Доцент В.Ю. Соколов
должность *подпись* *расшифровка подписи*

Е.А.Шинкарева
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
С.А. Сильвашко
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации 2211389

© Соколов В.Ю., 2025
Шинкарева Е.А.,2025.,
© ОГУ, 2025

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	**<u>Знать:</u>** методы сбора и анализа исходных данных для проектирования элементов оборудования и технологических процессов, техническую и нормативную документацию для проектирования технологических

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		энергосистем предприятий, принципы научной методологии и специфику научного исследования **<u>Уметь:</u>** составлять структурные схемы элементов оборудования и технологических энергосистем предприятий с использованием нормативной документации, определять потребности предприятия в энергоносителях для технологических и энергетических нужд **<u>Владеть:</u>** 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	ПК*-2-В-1 Выбирает основное и вспомогательное оборудование для обеспечения технологических процессов ПК*-2-В-2 Выполняет расчеты с использованием средств автоматизации	**<u>Знать:</u>** характеристики энергоносителей; классификацию систем теплоснабжения,

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	проектирования	воздухоснабжения, водо-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 **<u>Уметь:</u>** 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 **<u>Владеть:</u>** методами определения потребностей предприятия в различных видах энергоносителей, их параметров и способов регулирования для обеспечения расчётных и текущих потребностей технологических процессов предприятия, навыками

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		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.
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	**<u>Знать:</u>** 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 **<u>Уметь:</u>** измерять энергетические,

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		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, 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; орга-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		низацией работы по изучению 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

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Система воздухоснабжения	48	8		6	34
	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, 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. 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.