

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан ФЭСУ Бурковский А.В.
«25» ноября 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Технологические энергоносители предприятий»

Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль промышленная теплоэнергетика

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

 /Портнов В.В./

Заведующий кафедрой Тео-
ретической и промышлен-
ной теплоэнергетики

 /Портнов В.В./

Руководитель ОПОП

 /Дахин С.В./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели 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

1.2. Задачи освоения дисциплины

познакомить обучающихся с принципами создания, эксплуатации и анализа показателей систем производства технологических энергоносителей;

научить анализировать существующие системы и их элементы, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения;

дать информацию о новых направлениях в совершенствовании данных систем в отечественной и зарубежной практике, развивать способности объективно оценивать преимущества и недостатки систем и их элементов, как отечественных так и зарубежных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Технологические энергоносители предприятий» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Технологические энергоносители предприятий» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен к обеспечению эффективной эксплуатации и модернизации энергетического и теплотехнологического оборудования

ПК-3 - Способен проводить расчеты энергетического и теплотехнического оборудования по типовым методикам

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать основные типы, конструкции и технологические схемы систем производства и распределения энергоносителей
	Уметь определять и корректировать потребности пред-

	приятия в энергоносителях для технологических и энергетических потребителей
	Владеть навыками работы с нормативной и справочной документацией
ПК-3	Знать методы выбора, расчета и оптимизации оборудования для производства и распределения энергоносителей
	Уметь выбирать рациональные виды энергетических станций для централизованной трансформации и генерации энергоносителей, состав их оборудования и режим работы
	Владеть навыками определения материальных, энергетических и людских затрат в системах энергоснабжения предприятия и выработке путей сокращения этих затрат

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Технологические энергоносители предприятий» составляет 7 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	90	54	36
В том числе:			
Лекции	42	18	24
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки	30	18(6)	12(4)
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки	18	18(6)	-
Самостоятельная работа	126	54	72
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	36	-	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	252	108	144
зач.ед.	7	3	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		9	10
Аудиторные занятия (всего)	36	20	16
В том числе:			
Лекции	14	6	8
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки	16	8(2)	8(2)
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки	6	6(2)	-
Самостоятельная работа	203	120	83
Курсовой проект	+		+
Часы на контроль	13	4	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен, зачет с оценкой	+	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	252 7	144 4	108 3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Назначение и основное содержание курса, и его связь с другими дисциплинами. Организация лекционных, практических и лабораторных занятий. Краткая характеристика основных энергоносителей на современном промышленном предприятии. Элементы системы "производство-коммуникация-потребитель" и их взаимосвязь. Функционирование системы и ее основные характеристики	2			10	12
2	Воздухоснабжение промышленного предприятия	Характеристика основных потребителей сжатого воздуха в различных отраслях промышленности и на современном промышленном предприятии. Состав, параметры и физические свойства атмосферного воздуха. Характеристика сжатого воздуха как энергоносителя. Требования к качеству сжатого воздуха. Основные загрязнения сжатого воздуха, источники загрязнения. Воздействие загрязнений на силовое и технологическое оборудование. Графики потребления сжатого воздуха. Машины для сжатия газов. Типы и конструкции компрессоров. Нагрузка на компрессорную станцию. Определение среднечасовой, среднегодовой, максимально-длительной нагрузок на компрессорную станцию.	14	10	8	40	72

		Схемы воздухопроводов при централизованной системе производства сжатого воздуха. Элементы конструкций сетей сжатого воздуха. Межцеховые и внутрицеховые сети сжатого воздуха. Прокладка воздухопроводов. Гидравлический расчет воздухопроводов.. Номограммный метод расчета. Использование ЭВМ для расчета сетей воздуховоснабжения. Методы расчета кольцевых сетей воздуховоснабжения. Тепловой расчет воздушных сетей. . Многоступенчатое сжатие воздуха на компрессорной станции. Устройства для очистки сжатого воздуха. «Сухие», «липкие» и самоочищающиеся фильтры. Монтаж и техническое обслуживание. . Эффективность очистки в каждом из видов фильтров Концевые и промежуточные воздухоохладители. Конструкции для различных давлений сжатого воздуха. Буферные емкости. Оребрение труб. Монтаж и техническое обслуживание. Масловодоотделители. Основные типы, эффективность, техническое обслуживание. Ресиверы. Конструкция, монтаж и техническое обслуживание. Осушка воздуха. Охлаждение компрессоров. . Расчет системы охлаждения Системы смазки компрессоров. . Основные смазочные материалы Методы регулирования производительности компрессоров Выбор типа и числа устанавливаемых компрессоров. Техничко-экономический метод расчета количества установленных машин. Компонировка компрессорной станции . Учет норм охраны труда, санитарных норм и требований гражданской обороны при проектировании компрессорной станции. Техничко-экономические показатели работы компрессорной станции. Расчет себестоимости 1 м3 сжатого воздуха. . Пути совершенствования схем и установок воздуховоснабжения					
3	Водоснабжение	Использование воды в современном промышленном предприятии. Методы определения потребности воды на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные нужды. Нормы водопотребления . Требования к каждой категории водопотребления. Характеристика потребителей технической воды и требования к параметрам и надежности системы водоснабжения. Графики водопотребления предприятия. Основные источники воды. Характеристика наземных и подземных источников воды. Основные физико-химические свойства природной воды. Основные элементы системы водоснабжения.Классификация водоприемных сооружений. Способы и устройства для забора подземных и наземных вод. Монтаж и эксплуатация. Водопроводные сети. Прокладка водопроводов. Материал труб. Запорная и регулирующая арматура. Типы схем водоснабжения. Надежность и трудоемкость монтажа. Защита водопроводных сетей от коррозии.	16	10	10	40	76

		Гидравлический расчет сети водоснабжения. Метод расчета разветвленной тупиковой водопроводной сети с использованием таблиц А.Ф.Шевелева. Расчет кольцевой водопроводной сети. Уравнения Кирхгофа для кольцевой сети. Использование метода последовательных приближений. Требования к качеству воды. Основные методы обработки воды. Устройства для механической очистки воды. Отстаивание воды. Конструкция и эксплуатация «скорох» и «медленных» фильтров. Центрифугирование воды. Установки для коагулирования воды. Основные применяемые коагулянты. Схема технологической установки для коагулирования воды Установки для осветления воды. Конструкция контактных осветлителей. Устройства и методы для умягчения воды. Обессоливание и опреснение воды. Обеззараживание воды. Технологические схемы для хлорирования, озонирования и бактерицидного облучения воды. Пруды-охладители. Конструкция, особенности расчета. Брызгальные бассейны. Расчет, конструкция и эксплуатация. Градирни. Классификация по типу насадки и методу создания тяги. Устройство насадки в капельных и пленочных градирнях. Градирни с искусственной тягой. «Сухие» градирни. Системы производственного водоснабжения. Применение оборотного водоснабжения для снижения водопотребления. Каскадное использование воды. Бессточные схемы водоснабжения. Охлаждающие устройства систем производственного водоснабжения. Выбор типа водоохлаждающих устройств. Насосные станции систем водоснабжения; их назначение, особенности выбора насосов, компоновки и режимов работы. Повторное использование загрязненных вод. Сооружения для очистки оборотной воды от промышленных загрязнений, их конструкции, методы расчета. Водонапорные и аккумулирующие емкости; конструкции и методы расчета. Мероприятия по обеспечению необходимой надежности систем производственного водоснабжения				
		практическая подготовка обучающихся		6	6	
4	Газоснабжение	Использование горючих газов в промышленности. Природные горючие газы. Состав, классификация, свойства. Сжиженные газы. Состав, классификация, свойства. Искусственные горючие газы: крекинг-газы, генераторные газы, газы нефтяного пиролиза, карбюрированные газы, доменные газы, газы подземной газификации угля. Свойства, состав, способ получения, эффективность и особенность использования. . Перспективы получения искусственных горючих газов. Графики газопотребления: суточный, годовой. Часовой, суточный и годовой расходы газа. Нормы расхода газа на коммунально-бытовые нужды, отопление и вентиляцию.	10	10	36	56

		Методы сглаживания неравномерности потребления абонентами. Элементы системы газоснабжения. Устройство газопроводов. Прокладка. Кольцевые и тупиковые сети. Методы прокладки. Прокладка в проходных и непроходных каналах. Прокладка надземная. Внутрицеховая прокладка. Осушка горючих газов. Устройства для очистки от смолы. Дегидратация газов. Одорация газов. Одоранты. Установки для одорации газов. Запорная и регулирующая арматура магистральных трубопроводов. Гидравлический расчет газопроводов низкого, среднего и высокого давления. Защита газопровода от коррозии. Активная и пассивная защита. Протекторная защита. Станции катодной защиты. Устройства для аккумуляции и хранения газов. Конструкция «мокрых» и сухих газгольдеров переменного и постоянного давления. Подземные газохранилища. Устройства для получения, переработки и транспортировки сжиженного газа. Особенности устройства компрессорных станций для сжатия и транспортировки горючих газов. Компоновка оборудования					
		практическая подготовка обучающихся		4			
		Итого	42	30	18	126	216

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение	Назначение и основное содержание курса, и его связь с другими дисциплинами. Краткая характеристика основных энергоносителей на современном промышленном предприятии. Элементы системы "производство-коммуникация-потребитель" и их взаимосвязь. Функционирование системы и ее основные характеристики	2			19	21
2	Воздухоснабжение промышленного предприятия	Характеристика основных потребителей сжатого воздуха в различных отраслях промышленности и на современном предприятии. Состав, параметры и физические свойства атмосферного воздуха Требования к качеству сжатого воздуха. Основные загрязнения сжатого воздуха, источники загрязнения. Машины для сжатия газов. Типы и конструкции компрессоров. Нагрузка на компрессорную станцию. Определение среднечасовой, среднегодовой, максимально-длительной нагрузок на компрессорную станцию. Межцеховые и внутрицеховые сети сжатого воздуха. Прокладка воздухопроводов. Устройства для очистки сжатого воздуха. «Сухие», «липкие» и самоочищающиеся фильтры. Монтаж и техническое обслуживание. Концевые и промежуточные воздухоохладители. Масловодоотделители. Ресиверы. Осушка воздуха. Охлаждение компрессоров.	4	6	2	58	70

		Системы смазки компрессоров. Методы регулирования производительности компрессоров . Компоновка компрессорной станции					
3	Водоснабжение	. Нормы водопотребления . Требования к каждой категории водопотребления.. Графики водопотребления предприятия. Основные источники воды. Характеристика наземных и подземных источников воды. Основные физико-химические свойства природной воды. Основные элементы системы водоснабжения. Классификация водоприемных сооружений. Способы и устройства для забора подземных и наземных вод. Монтаж и эксплуатация. Водопроводные сети. Прокладка водопроводов. Материал труб. Запорная и регулирующая арматура.. Защита водопроводных сетей от коррозии. Гидравлический расчет сети водоснабжения. Требования к качеству воды. Основные методы обработки воды. Устройства для механической очистки воды. Отстаивание воды. Конструкция и эксплуатация «скорох» и «медленных» фильтров. Центрифугирование воды. Установки для коагулирования воды. Основные применяемые коагулянты. Схема технологической установки для коагулирования воды Установки для осветления воды. Устройства и методы для умягчения воды. Обессоливание и опреснение воды. Обеззараживание воды. Пруды-охладители.. Брызгальные бассейны. Градирни «Сухие» градирни. Системы производственного водоснабжения Охлаждающие устройства систем производственного водоснабжения. Выбор типа водоохлаждающих устройств. Насосные станции систем водоснабжения; их назначение, особенности выбора насосов, компоновки и режимов работы.	6	6	4	68	84
		практическая подготовка обучающихся		2	2		
4	Газоснабжение	Использование горючих газов в промышленности. Природные горючие газы. Состав, классификация, свойства. Сжиженные газы. Состав, классификация, свойства. Искусственные горючие газы: крекинг-газы, генераторные газы, газы нефтяного пиролиза, карбюрированные газы, доменные газы, газы подземной газификации угля. Свойства, состав, способ получения, эффективность и особенность использования. Элементы системы газоснабжения. Устройство газопроводов. Прокладка. Кольцевые и тупиковые сети. Методы прокладки. Прокладка в проходных и непроходных каналах. Прокладка надземная. Внутрицеховая прокладка. Осушка горючих газов. Устройства для очистки от смолы. Дегидратация газов. Одорация газов. Одоранты. Установки для одорации газов. Запорная и регулирующая арматура магистральных трубопроводов.	2	4		58	64

		Гидравлический расчет газопроводов низкого, среднего и высокого давления. Защита газопровода от коррозии. . Активная и пассивная защита. Протекторная защита. Станции катодной защиты. Подземные газохранилища.					
		практическая подготовка обучающихся		2			
Итого			16	16	6	203	239

Практическая подготовка при освоении дисциплины проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на практических занятиях и (или) лабораторных работах:

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Изучение режимов работы и расчет кольцевой водораспределительной сети	ПК-1
2	Изучение режимов работы и расчет кольцевой водораспределительной сети с использованием программы ГИДРОСИСТЕМА	ПК-3
3	Изучение режимов работы и расчет кольцевой и тупиковой газораспределительной сети с использованием программы ГИДРОСИСТЕМА	ПК-3

5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Изучение режимов работы и расчет кольцевой водораспределительной сети

Лабораторная работа 2. Изучение режимов работы и расчет тупиковой пневмосети с использованием программы ГИДРОСИСТЕМА

Лабораторная работа 3. Изучение режимов работы и расчет кольцевой газораспределительной сети с использованием программы ГИДРОСИСТЕМА

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 8 семестре для очной формы обучения, в 10 для заочной.

Примерная тематика курсового проекта: « Гидравлический и механический расчет разветвленной тупиковой воздухораспределительной сети»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- определение действительных расходов по участкам сети с учетом утечек;
- определение фактических потерь давления по участкам с выбором стандартных диаметров труб
- определение расположения компрессорной станции по известным расходам на потребителей;
- определение минимально допустимых толщин стенок трубопроводов;
- определение предельного расстояния между опорами;
- определение давления на выходе из компрессорной станции с учетом охлаждения воздуха

Курсовой проект включают в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-1	Знать основные типы, конструкции и технологические схемы систем производства и распределения энергоносителей	Активная работа на практических и лабораторных занятиях, правильно отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ и курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь определять и корректировать потребности предприятия в энергоносителях для технологических и энергетических потребителей	Правильные ответы на практических занятиях, правильное выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками работы с нормативной и справочной документацией	Правильное выполнение курсового проекта и заданий на самостоятельную подготовку	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать методы выбора, расчета и оптимизации оборудования	Правильное выполнение лабораторных работ, расчет курсового	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в

	ния для производства и распределения энергоносителей	проекта	рабочих программ	рабочих программах
	Уметь выбирать рациональные виды энергетических станций для централизованной трансформации и генерации энергоносителей, состав их оборудования и режим работы	Решение задач на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками определения материальных, энергетических и людских затрат в системах энергоснабжения предприятия и выработке путей сокращения этих затрат	Правильное решение задач на практических занятиях, расчет и оформление курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7, 8 семестре для очной формы обучения, 9, 10 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-1	Знать основные типы, конструкции и технологические схемы систем производства и распределения энергоносителей	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь определять и корректировать потребности предприятия в энергоносителях для технологических и энергетических потреби-	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	телей					
	Владеть навыками работы с нормативной и справочной документацией	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	Знать методы выбора, расчета и оптимизации оборудования для производства и распределения энергоносителей	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь выбирать рациональные виды энергетических станций для централизованной трансформации и генерации энергоносителей, состав их оборудования и режим работы	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками определения материальных, энергетических и людских затрат в системах энергоснабжения предприятия и выработке путей сокращения этих затрат	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Согласно ГОСТ 17433-80 чистота промышленного сжатого воздуха регламентируется по

1. Размеру твердых частиц
 2. Содержанию капельных фракций масла
 3. Количеству водяных паров по температуре точки росы
 4. Содержанию капельной жидкости
 5. Содержанию твердых частиц
2. Способность сжатого воздуха поглощать пары воды с повышением

давления

1. Повышается
 2. Остается неизменной
 3. Понижается
 4. Зависит исключительно от его температуры
3. Источником загрязнения сжатого воздуха водой и ее парами является
1. Атмосфера
 2. Устройства очистки
 3. Компрессор
 4. Воздухораспределительная сеть
 5. Все вышеперечисленные источники приблизительно в равной

мере

4. Основным источником загрязнения сжатого воздуха маслом является
1. Атмосфера
 2. Компрессор
 3. Устройства очистки
 4. Устройства осушки
 5. Воздухораспределительная сеть
5. Вынос масла в линию нагнетания зависит от
1. Конструкции компрессора
 2. Технического состояния компрессора
 3. Конечного давления компрессора
 4. Смазочных материалов, применяемых в процессе эксплуатации компрессора
 5. Частоты вращения компрессора
6. Возможными источниками загрязнения сжатого воздуха твердыми веществами являются
1. Атмосфера
 2. Устройства очистки
 3. Компрессор
 4. Устройства осушки
 5. Воздухораспределительная сеть
7. Расположение места забора атмосферного воздуха на компрессорной станции должно отвечать следующим требованиям
1. Располагаться вне помещений
 2. Располагаться в затененном месте
 3. Располагаться в защищенном от атмосферных осадков месте
 4. Располагаться на высоте не более 4 метров от уровня земли
 5. Располагаться на удалении не более чем 10-12 метров от всасывающего патрубка компрессора
8. Эффективность работы гидроциклона возрастает
1. С увеличением скорости воды
 2. С уменьшением диаметра аппарата
 3. С повышением температуры воды
 4. С повышением степени загрязненности воды

5. С понижением жесткости воды
9. Скорость фильтрования воды в фильтрах это
 1. Скорость вертикального движения воды над фильтрующим слоем
 2. Скорость движение воды в микро и макропорах
 3. Скорость подачи воды к фильтрам
 4. Скорость отвода воды от фильтров
 5. Правильного ответа нет
10. Фильтрование воды через фильтрующую пленку, образующуюся в процессе фильтрования частицами взвеси, выпадающими на поверхность загрузки, характерно для
 1. Скорых фильтров
 2. Медленных фильтров
 3. Напорных фильтров
 4. Фильтров-осветлителей
 5. Сверхскоростных фильтров

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Рассчитать эквивалентную длину местного сопротивления заданного вида арматуры на пневмосети
2. Рассчитать количество выпадающего конденсата после воздухоохладителя
3. Рассчитать пылеемкость фильтра
4. Рассчитать объем ресивера для заданной производительности компрессорной станции
5. Рассчитать площадь поверхности воздухоохладителя для заданных параметров работы компрессора
6. Рассчитать экономический диаметр участка системы водоснабжения для заданных параметров сети
7. Рассчитать напор в диктующей точке водораспределительной сети
8. Рассчитать низшую расчетную теплоту сгорания газа для горючего газа с заданным составом
9. Рассчитать гидравлические потери участка газопровода для заданных параметров его работы
10. Рассчитать количество вносимого одоранта на газорегулирующей станции для заданных параметров эксплуатации газораспределительной сети

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Произвести гидравлический расчет разветвленной тупиковой сети при заданных ее параметрах эксплуатации
2. Произвести тепловой расчет пневмосети при заданных ее параметрах эксплуатации
3. Произвести расчет утечек пневмосети при заданных ее параметрах эксплуатации
4. Произвести механический расчет пневмосети при заданных ее параметрах эксплуатации

5. Произвести гидравлический расчет кольцевой водораспределительной сети методом последовательных приближений
6. Обосновать необходимость зонирования, выбрать вариант зонирования и разбить проектируемую водораспределительную сеть на зоны
7. Произвести расчет и выбор насосов станции первого подъема
8. Рассчитать число Воббе для горючего газа заданных параметров. Подобрать замену данному газу по значению числа Воббе
9. Рассмотреть основные элементы установки низкотемпературной сепарации
10. Определить все виды нагрузок на компрессорную станцию методом укрупненных показателей и расчетным методом

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Горючие газы. Низшая и высшая теплота сгорания топлива. Условное топливо
2. Состав газового топлива. Природные газы.
3. Искусственные газы. Сжиженные газы.
4. Газовые месторождения. Строение. Условие возникновения месторождений.
5. Разновидности газовых месторождений по геологическим условиям
6. Разведка газовых и нефтяных месторождений. Виды и способы разведки
7. Добыча нефти и газа. Бурение скважин. Устройство буровых установок
8. Устройство газовой скважины. Фонтанная арматура. Эксплуатация газовых скважин
9. Газы из газоконденсатных месторождений. Обратная конденсация. Особенности эксплуатации
10. Сбор добываемых нефти и газа на месторождении. Одно и двухтрубные системы
11. Обработка газа перед его подачей в газотранспортную систему. Централизованная и децентрализованная схемы обработки.
12. Очистка от механических примесей и осушка перед подачей в газотранспортную систему
13. Очистка газа от соединений серы и углекислого газа перед подачей в газопровод
14. Одорация газа
15. Технологическая схема магистрального газопровода
16. Подземные хранилища газа
17. Городские газовые сети. Классификация газопроводов.
18. Устройство подземных, наземных и надземных газопроводов. Пересечения газопроводов с различными препятствиями

19. Стальные и полимерные трубы для газопроводов. Их монтаж и укладка
20. Арматура газовых сетей
21. Причины коррозии газовых сетей
22. Защита газопровода от коррозии и блуждающих токов. Пассивная и активная защита
23. Гидравлический расчет газопроводов. Определение диаметров и падений давлений на участках
24. Газорегуляторные пункты и установки. Их устройство, расположение в схеме системы газоснабжения
25. Промышленные газораспределительные системы
26. Основные категории водопотребления. Требования к качеству воды по категориям
27. Система водоснабжения. Состав сооружений системы. Классификация систем
28. Источники водоснабжения. Требования к источникам. Характеристика различных источников
29. Водоприемные сооружения для забора воды из подземных источников
30. Водоприемные сооружения для забора воды из наземных источников
31. Типы насосных станций по месту в системе водоснабжения. Классификация насосных станций. Резервирование оборудования насосных станций
32. Основные характеристики качества природной воды
33. Основные задачи, возлагаемые на водоподготовительные сооружения
34. Коагуляция коллоидных растворов. Коагулянты. Флокулянты
35. Состав комплекса для коагулирования воды. Смесители
36. Камеры хлопьеобразования в составе комплекса для коагулирования воды
37. Отстаивание воды. Горизонтальные отстойники
38. Вертикальные и радиальные отстойники. Гидроциклоны
39. Фильтрация воды. Медленные и скорые фильтры
40. Принцип работы контактных осветлителей
41. Умягчение воды. Основные способы умягчения. Состав комплекса для реагентного умягчения воды
42. Умягчение воды методом ионного обмена.
43. Основные способы обессоливания воды. Принцип работы электролизной установки
44. Опреснение воды. Основные способы промышленного опреснения воды
45. Основные способы обеззараживания воды. Хлорирование
46. Обеззараживание воды озонированием и бактерицидным облучением

47. Устройство водопроводной сети. Магистральные трубопроводы и абонентские ответвления. Схемы водопроводных сетей
48. Зонирование системы водоснабжения
49. Гидравлический расчет водопроводных сетей. Экономический диаметр. Предельный экономический расход
50. Нормы водопотребления для различных категорий водопотребления
51. Классификация компрессорных машин. Поршневые компрессоры
52. Роторные компрессоры
53. Центробежные и осевые компрессоры
54. Привод компрессоров
55. Вспомогательное оборудование компрессорных станций. Состав и назначение
56. Требования, предъявляемые потребителями к качеству сжатого воздуха. Российский и международный стандарты чистоты воздуха
57. Основные источники и компоненты загрязнения сжатого воздуха
58. Забор воздуха компрессорами. Основные принципы очистки всасываемого воздуха
59. Конструкции устройств для очистки всасываемого воздуха
60. Промежуточное и конечное охлаждение воздуха на компрессорных станциях. Влажное сжатие воздуха
61. Очистка сжатого воздуха от капельных жидкостей. Масловодоотделители
62. Воздухосборники (ресиверы)
63. Основные способы осушки сжатого воздуха.
64. Конструкции и схемы адсорбционных осушителей сжатого воздуха
65. Термический способ осушки сжатого воздуха. Мембранные осушители
66. Нагрузки на компрессорную станцию. Метод укрупненных показателей
67. Расчетный метод определения нагрузок на компрессорную станцию
68. Расчет производительности компрессорной станции
69. Выбор типа устанавливаемых компрессоров на станции
70. Компоновка компрессорной станции. Состав сооружений станции. Виды компоновок
71. Трубопроводы и арматура компрессорной станции. Система продувки
72. Общие сведения о системе водоснабжения компрессорной станции. Определение потребности станции в охлаждающей воде
73. Регулирование производительности компрессорной станции. Виды регулирования. Регулирование воздействием на привод, коммуникации и на конструкцию компрессора
74. Внутрицеховые газопроводы компрессорной станции. Устройст-

во, расположение, материалы

75. Межцеховые сети сжатого воздуха. Устройство, виды прокладки, монтаж

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по вопросам в билете. В билете 3 вопроса из разных разделов. При подготовке к ответу на вопросы в билете разрешается пользоваться любыми материалами.

После ответа на вопросы билета студент получает дополнительные вопросы, количество которых варьируется от 1 до 3 (на усмотрение преподавателя по результатам посещаемости занятий, активности на практических занятиях, выполнения правильно и в срок лабораторных работ и курсового проекта).

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент не ответил полностью на один или несколько вопросов билета и не ответил ни на один дополнительный вопрос.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент задачу и ответил полностью на все вопросы в билете и не ответил (либо отказался отвечать) ни на один дополнительный вопрос

3 Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент ответил полностью на все вопросы в билете и не ответил правильно хотя бы на один дополнительный вопрос

4. Оценка «Отлично» ставится в случае, если студент ответил полностью на все вопросы в билете и на все дополнительные вопросы

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение	ПК-1, ПК-3	Тест, экзамен
2	Воздухоснабжение промышленного предприятия	ПК-1, ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, курсовой проект, экзамен
3	Водоснабжение	ПК-1, ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
4	Газоснабжение	ПК-1, ПК-3	Тест, защита лабораторных работ, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка,

согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Теоретический курс

1. Портнов В.В., Орловцева О.А. Воздухоснабжение промышленных предприятий. Учебное пособие в 2 ч. Воронеж. Изд-во ВГТУ. 2017-2018 г.

2. Портнов В.В. Водоснабжение. Учебное пособие. Воронеж. Изд-во ВГТУ. 2007 г. 236 с.

3. Портнов В.В. Газоснабжение. Учебное пособие. Воронеж. Изд-во ВГТУ. 2017 г. 119 с.

4. 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 // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108284.html> (дата обращения: 07.01.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/108284>

5 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 // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108285.html>. - DOI: <https://doi.org/10.23682/108285>.

6. 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 // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108286.html>. - DOI: <https://doi.org/10.23682/108286>

Практические занятия

7. Староверов, С. В. Водоснабжение промышленных предприятий / С. В. Староверов, В. М. Киреев. — Белгород : Белгородский государственный

технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 93 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/28341>.

8. Алексеев, Е. В. Моделирование систем водоснабжения и водоотведения : учебное пособие / Е. В. Алексеев, В. Б. Викулина, П. Д. Викулин. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 128 с. — ISBN 978-5-7264-1058-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/40194.html>

9. Проектирование городских и поселковых распределительных систем газоснабжения : учебное пособие / составители В. Н. Мелькумов [и др.]. — Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 49 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/55056.html>

Лабораторные работы

10. 457-2003 Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Технологические энергоносители предприятий» для студентов направления «Промышленная теплоэнергетика» / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. В.В. Портнов. Воронеж, 2003. 29 с.

Курсовой проект

11. 148-2015 Методические указания к выполнению курсового проекта по теме «Расчет разветвленной тупиковой сети воздухообеспечения» дисциплины «Технологические энергоносители предприятий» для студентов направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (профиль «Промышленная теплоэнергетика») / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. В.В. Портнов. Воронеж, 2015. 33 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Программное обеспечение

Операционные системы

– Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Aca-demic;

Офисные приложения

– OpenOffice;

– Adobe Acrobat Reader;

– Cool PDF Reader;

Браузеры

– Internet Explorer;

– Atom;

– Chrome;

– Opera;
CAD или САПР программы - системы автоматизированного проектирования

– Компас-График LT;

Программы для численных вычислений

–Advanced Grapher;

– MathCAD 11 lite Portable Rus;

Антивирусы

–Avast Free Antivirus;

– Kaspersky Free

Прикладные программы

– ГИДРОСИСТЕМА;

– ПАССАТ;

– ZuluHydro;

–WaterSteamPro

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

– Российское образование. Федеральный портал.

<http://www.edu.ru/>

– Образовательный портал ВГТУ

<https://education.cchgeu.ru/>

8.2.3 Информационные справочные системы

– <http://window.edu.ru>

– <https://wiki.cchgeu.ru/>

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

– Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

<http://docs.cntd.ru>

– Единая система конструкторской документации.

https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii

– Федеральный институт промышленной собственности. Информационно-поисковая система.

www1.fips.ru

– Национальная электронная библиотека.

elibrary.ru

– ЭБС IPR Book

<https://www.iprbookshop.ru>

– ЭБС Лань

<https://e.lanbook.com>

– ЭБС Библиоклуб

<https://biblioclub.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ

ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Специализированные лекционные аудитории, оснащённые оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой (ауд. 306/3, 312/3).
2. Класс информационных технологий в энергетике, оснащённый компьютерными программами для проведения лабораторного практикума (ауд. 312/3).
3. Учебная лаборатория (ауд. 302/3) с лабораторными стендами.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Технологические энергоносители предприятий» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета систем воздухообеспечения, водоснабжения и газоснабжения. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лек-

	цию по соответствующей теме, ознакомится с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, экзаменом, зачетом с оценкой, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Пункт 8.2.4 изложить в следующей редакции	29.01.2025	

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

– Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

<http://docs.cntd.ru>

– Единая система конструкторской документации.

https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii

– Федеральный институт промышленной собственности. Информационно-поисковая система.

www1.fips.ru

– Национальная электронная библиотека.

elibrary.ru

– ЭБС IPR Book

<https://www.iprbookshop.ru>

– ЭБС Лань

<https://e.lanbook.com>