

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 05 » декабря 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Насосы, вентиляторы, компрессоры и энергетические
газовоздухопроводы
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 08.04.01 Строительство
(код и наименование направления)

Направленность: Технологии бесперебойного теплоснабжения ЖКХ и
предприятий
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Подготовка специалистов, способных проектировать, рассчитывать основные характеристики, исследовать работу насосов, вентиляторов, компрессоров и энергетических газозовдухопроводов в различных режимах эксплуатации в системах теплоснабжения и вентиляции промышленных предприятий и ЖКХ

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Насосы, вентиляторы, компрессоры и энергетические газозовдухопроводы

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.5	ИД-1ПК-1.5	Знает актуальную нормативную документацию, научные проблемы по тематике проводимых исследований, направления развития в сфере совершенствования, управления и эксплуатации систем теплогазоснабжения и вентиляции. Методы анализа научных данных. Методы и средства планирования и организации исследований и разработок	Знает актуальную нормативную документацию, научные проблемы по тематике проводимых исследований, направления развития в сфере совершенствования, управления и эксплуатации систем теплогазоснабжения и вентиляции. Методы анализа научных данных. Методы и средства планирования и организации исследований и разработок	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.5	ИД-2ПК-1.5	Умеет применять актуальную нормативную документацию в сфере совершенствования, управления и эксплуатации систем теплогазоснабжения и вентиляции; выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и оформлять их результаты	Умеет применять актуальную нормативную документацию в сфере совершенствования, управления и эксплуатации систем теплогазоснабжения и вентиляции; выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы и оформлять их результаты	Дифференцированный зачет
ПК-1.5	ИД-3ПК-1.5	Владеет навыками организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследования в сфере совершенствования, управления и эксплуатации систем теплогазоснабжения и вентиляции, проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования	Владеет навыками организации сбора и изучения научно-технической информации по теме исследования в сфере совершенствования, управления и эксплуатации систем теплогазоснабжения и вентиляции, проведения анализа и теоретического обобщения научных данных в соответствии с задачами исследования	Дифференцированный зачет
ПК-2.11	ИД-1ПК-2.11	Знает требования законодательства Российской Федерации и нормативно-правовых актов, нормативных технических и нормативных методических документов к составу и содержанию разделов различных стадий проекта обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности, правила разработки проектов обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений, критерии оценки эффективности оборудования для	Знает требования законодательства Российской Федерации и нормативно-правовых актов, нормативных технических и нормативных методических документов к составу и содержанию разделов различных стадий проекта обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности, правила разработки проектов обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений, критерии оценки эффективности оборудования для проекта	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		проекта обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений, правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок и электроустановок потребителей	обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений, правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок и электроустановок потребителей	
ПК-2.11	ИД-2ПК-2.11	Умеет применять методики и процедуры для анализа результатов энергетического обследования объекта капитального строительства, для которого разрабатывается проект обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности, для анализа информации по существующим способам обеспечения энергетической эффективности объектов и используемом для этих целей оборудовании ведущих отечественных и зарубежных производителей, применять методики и процедуры для определения критериев оптимальности принимаемых технических решений при разработке обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений	Умеет применять методики и процедуры для анализа результатов энергетического обследования объекта капитального строительства, для которого разрабатывается проект обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности, для анализа информации по существующим способам обеспечения энергетической эффективности объектов и используемом для этих целей оборудовании ведущих отечественных и зарубежных производителей, применять методики и процедуры для определения критериев оптимальности принимаемых технических решений при разработке обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений	Дифференцированный зачет
ПК-2.11	ИД-3ПК-2.11	Владеет навыками сбора информации о существующих способах обеспечения энергетической эффективности объектов капитального строительства и	Владеет навыками сбора информации о существующих способах обеспечения энергетической эффективности объектов капитального строительства и	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		используемом для этих целей оборудовании ведущих отечественных и зарубежных производителей, разработки вариантов решений по обеспечению энергетической эффективности объекта капитального строительства, для которого разрабатывается проект, разработки технического задания на разработку проекта обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений и согласование его с заказчиком, разработка частных технических заданий на отдельные части проекта	используемом для этих целей оборудовании ведущих отечественных и зарубежных производителей, разработки вариантов решений по обеспечению энергетической эффективности объекта капитального строительства, для которого разрабатывается проект, разработки технического задания на разработку проекта обеспечения соблюдения требований энергетической эффективности зданий, строений и сооружений и согласование его с заказчиком, разработка частных технических заданий на отдельные части проекта	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	12	12	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	40	40	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Классификация нагнетателей и область их применения	2	0	6	15
Классификация нагнетателей и область их применения. Вентиляторы. Дымососы. Компрессоры. Насосы. Объемные нагнетатели. Динамические нагнетатели.				
Теоретические основы лопастных нагнетателей	2	0	6	15
Теоретические основы лопастных нагнетателей. Уравнение Эйлера для работы лопастного колеса. Характеристики лопастных нагнетателей				
Работа нагнетателей в сети	2	0	6	15
Работа нагнетателей в сети. Совместная работа нагнетателей. Параллельное и последовательное включение нагнетателей. Способы регулирования производительности				
Технологическое назначение и особенности эксплуатации в газоздушном тракте ТЭС	2	0	6	15
Тягодутьевые машины. Технологическое назначение и особенности эксплуатации в газоздушном тракте ТЭС				
Компрессоры	2	0	8	15
Компрессоры. Поршневые. Роторные. Винтовые. Центробежные. Приводы компрессорных установок. Способы регулирования.				
Насосы	2	0	8	15
Насосы. Питательные. Конденсатные. Масляные насосы. Насосы-дозаторы				
ИТОГО по 1-му семестру	12	0	40	90
ИТОГО по дисциплине	12	0	40	90

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Аэродинамический расчет газоздушного тракта котельного агрегата
2	Дымовые трубы. Железобетонные. Кирпичные. Металлические. Фундаменты дымовых труб. Расчет дымовой трубы при естественной тяге. Самотяга в газовом тракте и дымовой трубе
3	. Работа вентилятора в сети и его устойчивость. Параллельное и последовательное включение в сеть.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
4	Регулирование тягодутьевых машин. Типы регулирующих устройств. Дросселирование. Направляющие аппараты. Изменение частоты вращения рабочего колеса
5	Конструкционные элементы тягодутьевых машин. Схемы всасывающих карманов Рихтера. Рабочие колеса, валы, подшипники. Смазка и охлаждение подшипников
6	Технология основных работ по монтажу тягодутьевых машин. Балансировка тягодутьевых машин: статическая и динамическая
7	Эксплуатация тягодутьевых машин. Основные ремонтные работы на тягодутьевых машинах.
8	Поршневые насосы. Характеристика поршневого насоса двойного действия. Индикаторная диаграмма насоса. Поршневые паровые насосы. Плунжерные насосы с электроприводом. Роторные насосы: винтовые, шестеренные, коловратные
9	Лопастные насосы. Характеристика лопастных насосов. Экспериментальное построение характеристики насоса. Коэффициент быстроходности. Соединительные муфты. Разгрузочные устройства. Способы регулирования подачи
10	Кавитация. Сущность кавитации. Определение критического кавитационного запаса. Гидравлический удар
11	Поршневые компрессоры. КПД компрессора. Индикаторная диаграмма. Многоступенчатое сжатие. Схемы поршневых компрессоров. Способы регулирования подачи
12	Роторные компрессоры. Ротационный пластинчатый компрессор. Жидкостно-кольцевой компрессор. Винтовой компрессор. Центробежный компрессор. Основные узлы центробежных компрессоров. Осевые компрессоры
13	Паровые турбины. Активные турбины. Реактивные турбины. Тепловой цикл турбинной установки. Влияние параметров пара на КПД цикла
14	Конструкции конденсационных паровых турбин. Турбины для комбинированной выработки тепла и электрической энергии
15	Автоматическое регулирование турбин. Характеристики регулирования. Устройство синхронизаторов. Маслоснабжение. Системы защиты турбины: - от повышения числа оборотов; - понижения давления масла; - осевого сдвига ротора
16	Способы и технология очистки дымовых газов. Циклоны. Принцип действия и устройство. Влияние различных факторов на улавливание пыли в циклонах. Расчет циклонов. Конструкции циклонов. Конструктивные факторы, влияющие на работу циклонов. Эксплуатация циклонов.
17	Батарейные циклоны. Принцип действия, устройство и расчет батарейных циклонов. Конструкция батарейных циклонов. Эксплуатация батарейных циклонов
18	Мокрое улавливание пыли. Осаждение пыли на каплях. Эффективность мокрого улавливания пыли. Скрубберы. Расчет скрубберов. Мокрые циклоны
19	Электрическая очистка газов. Зарядка частиц пыли в электрофильтрах. Процессы в реальном электрофильтре. Классификация электрофильтров. Сухие электрофильтры
20	Теплофикационные ГТУ. Схема теплофикационной ГТУ. Парогазовые установки. Общая характеристика парогазовых установок

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Аэродинамический расчёт котельных установок (нормативный метод). 3-е изд. Ленинград : Энергия, 1977. 256 с. 22,4 усл. печ. л.	6
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Калинушкин М. П. Вентиляторные установки : учебное пособие для вузов. 7-е изд., перераб. и доп. Москва : Высшая школа, 1979. 223 с.	5
2.2. Периодические издания		

1	Квашнин И. М. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация. Москва : АВОК-ПРЕСС, 2005. 391 с.	8
2.3. Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ 34002-2016 ((ISO13349:2010) Вентиляторы. Термины и классификация	1
2	ГОСТ 6134-2007 (ИСО 9906:1999) Насосы динамические. Методы испытаний	1
3	ГОСТ Р 54806-2011 (ИСО 9905:1994) Насосы центробежные. Технические требования. Класс I	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Скворцов Л. С., Рачицкий В. А., Ровенский В. Б. Компрессорные и насосные установки : учебник. Москва : Машиностроение, 1988. 262 с.	1
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Сазанов Б. В. Тепловые электрические станции : учебное пособие. Москва : Энергия, 1974. 223 с.	1

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Щегляев А. В. Паровые турбины. Государственное энергетическое издательство	https://rgub.ru/searchopac/book.php?id=RGUB%5CBIBL%5C0000641134	сеть Интернет; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
	Не требуется

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	ноутбук, проектор	1
Практическое занятие	ноутбук, проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе
