

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Декан факультета инженерных систем и энергетических установок **Зременко С.А.**

«31» августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Оборудование энергетических систем промышленных
предприятий и объектов ТЭК»

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Профиль Оборудование промышленных предприятий и объектов топливно-энергетического комплекса

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года и 4 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

/Григорьев С.В./

И.о. заведующий кафедрой
Гидравлики, водоснабжения
и водоотведения

/Журавлева И.В./

Руководитель ОПОП

/Григорьев С.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- формирование компетенций, необходимых для выполнения проектной, технологической и сервисно-эксплуатационной деятельности в части энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов топливно-энергетического комплекса (ТЭК);

- изучение основного энергетического оборудования в рамках утвержденных научных и научно-педагогических направлений деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- приобретение знаний по основным техническим характеристикам и конструкции энергетического оборудования с учетом новейших достижений техники;

- освоение современных технологий и практик проектирования энергетического оборудования;

- умение выполнять работы по разработке энергетического оборудования при участии в опытно-конструкторских и исследовательских проектах, создании и внедрении конструкторских разработок и технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Оборудование энергетических систем промышленных предприятий и объектов ТЭК» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Оборудование энергетических систем промышленных предприятий и объектов ТЭК» направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

ПК-1 - Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области энергетического оборудования, разрабатывать и оформлять проектные решения по энергетическому оборудованию промышленных предприятий и объектов ТЭК

ПК-2 - Способен осуществлять авторский надзор специальных расчетов, компоновочных и проектных решений энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК

ПК-3 - Способен организовывать работы по созданию новой техники и внедрению передовых технологий на объектах топливно-энергетического комплекса

ПК-4 - Способен анализировать и обобщать данные о работе энергетического оборудования, осуществлять контроль, техническое

сопровождение и управление технологическими процессами промышленных предприятий и объектов ТЭК

ПК-5 - Способен организовать авторский надзор по проектным решениям систем водоподготовки и водоснабжения, монтажа и энергосервисных мероприятий энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
УК-1	знать методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации
	уметь разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные технические решения для ее реализации
	владеть методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий
ПК-1	знать конструктивные особенности современного энергетического оборудования его параметры и эксплуатационные характеристики
	уметь формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией энергетического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности
	владеть навыками формирования новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК, разработки и оформления проектных решений
ПК-2	знать основные методики технических расчетов в рассматриваемой области
	уметь проводить технические расчеты по проектированию энергетического оборудования с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и обеспечения требуемых характеристик
	владеть способностью к выполнению технических расчетов по проектированию энергетического оборудования с проведением необходимого технико-экономического и функционально- стоимостного анализа эффективности проектных решений
ПК-3	знать устройство и конструктивные особенности энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК
	уметь использовать нормативные требования по организации создания и эксплуатации энергетического

	оборудования
	владеть способами планирования и организации производства работ по энергетическому обследованию энергетического оборудования
ПК-4	знать энергосберегающие мероприятия при эксплуатации энергетического оборудования
	уметь планировать выполнение работ по созданию энергетического оборудования
	владеть способами планирования и организации производства работ по энергетическому обследованию, проведению осмотров и ремонтов энергетического оборудования
ПК-5	знать виды ремонтов, состав и способы их определения, периодичность ремонтов, технологию проведения монтажа и энергосервисных мероприятий энергетического оборудования промышленных предприятий;
	уметь разрабатывать и оформлять документацию по эксплуатации энергетического оборудования
	владеть составлением и оформлением паспортов, журналов и ведомостей с выявленными дефектами при реализации энергосервисных мероприятий на промышленных предприятиях и объектах ТЭК в части энергетического оборудования

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Оборудование энергетических систем промышленных предприятий и объектов ТЭК» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	48	48
В том числе:		
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16

Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа	96	96
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2
Аудиторные занятия (всего)	14	14
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Самостоятельная работа	126	126
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

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	Топливо-энергетический комплекс России.	1 Топливная промышленность России 2 Электроэнергетика России 3 Энергетическое оборудование	4	2	4	16	26
2	Насосы и насосное оборудование	1 Параметры насосов 2 Параметры установки 3 Рабочая характеристика и регулирование 4 Параметры на входе в установку (насос) 5 Влияние свойств перекачиваемой среды на	4	2	4	16	26

		рабочие характеристики					
3	Компрессоры и турбокомпрессоры. турбодетандеры	1 Классификация компрессорного оборудования. 2. Конструкции, принцип действия, характеристики и область применения 2.1 Компрессоры (винтовые), 2.2 Турбокомпрессоры. 2.3 Турбодетандеры.	2	2	2	16	22
4	Системы вентиляции	1 Основное энергетическое оборудование систем вентиляции 2 Конструкции, принцип действия, характеристики и область применения	2	2	2	16	22
5	Системы водоподготовки	1 Основное энергетическое оборудование систем водоподготовки 2 Конструкции, принцип действия, характеристики и область применения	2	4	2	16	24
6	Системы водоснабжения Трубопроводные системы и запорно-регулирующая арматура	1 Основное энергетическое оборудование систем вентиляции 2 Конструкции, принцип действия, характеристики и область применения 3 Состав трубопроводные систем 4 Гидравлические сети 5 Расчет и подбор энергетического оборудования	2	4	2	16	24
Итого			16	16	16	96	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Топливо-энергетический комплекс России.	1 Топливная промышленность России 2 Электроэнергетика России 3 Энергетическое оборудование	2	-	20	22
2	Насосы и насосное оборудование	1 Параметры насосов 2 Параметры установки 3 Рабочая характеристика и регулирование 4 Параметры на входе в установку (насос) 5 Влияние свойств перекачиваемой среды на рабочие характеристики	2	-	20	22
3	Компрессоры и турбокомпрессоры. турбодетандеры	1 Классификация компрессорного оборудования. 2. Конструкции, принцип действия, характеристики и область применения 2.1 Компрессоры (винтовые), 2.2 Турбокомпрессоры. 2.3 Турбодетандеры.	2	-	20	22
4	Системы вентиляции	1 Основное энергетическое оборудование систем вентиляции 2 Конструкции, принцип действия, характеристики и область применения	2	2	22	26
5	Системы водоподготовки	1 Основное энергетическое оборудование систем водоподготовки 2 Конструкции, принцип действия, характеристики и область применения	-	2	22	24
6	Системы водоснабжения Трубопроводные системы и запорно-регулирующая арматура	1 Основное энергетическое оборудование систем вентиляции 2 Конструкции, принцип действия, характеристики и область применения 3 Состав трубопроводные систем 4 Гидравлические сети 5 Расчет и подбор энергетического оборудования	-	2	22	24
Итого			8	6	126	140

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Определение рабочих характеристик центробежного насоса.
2. Определение кавитационных характеристик центробежного насоса.
3. Обслуживание воздушного фильтра в вентиляционной системе.
4. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов в гидравлической сети.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

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
УК-1	знать методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	Вопросы к зачету	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные технические решения для ее реализации	Тестирование и стандартные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий	Тестирование и прикладные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	знать конструктивные особенности современного энергетического оборудования его параметры и эксплуатационные характеристики	Вопросы к зачету	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией энергетического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической	Тестирование и стандартные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	безопасности владеть навыками формирования новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК, разработки и оформления проектных решений	Тестирование и прикладные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	знать основные методики технических расчетов в рассматриваемой области	Вопросы к зачету	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить технические расчеты по проектированию энергетического оборудования с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и обеспечения требуемых характеристик	Тестирование и стандартные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть способностью к выполнению технических расчетов по проектированию энергетического оборудования с проведением необходимого технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений	Тестирование и прикладные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать устройство и конструктивные особенности энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК	Вопросы к зачету	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать нормативные требования по организации создания и эксплуатации энергетического оборудования	Тестирование и стандартные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть способами планирования и организации производства работ по энергетическому обследованию энергетического оборудования	Тестирование и прикладные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать энергосберегающие мероприятия при эксплуатации энергетического оборудования	Вопросы к зачету	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь планировать выполнение работ по созданию энергетического оборудования	Тестирование и стандартные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть способами планирования и организации производства работ по энергетическому обследованию, проведению осмотров и ремонтов энергетического оборудования	Тестирование и прикладные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать виды ремонтов, состав и способы их определения, периодичность ремонтов, технологию проведения монтажа и энергосервисных мероприятий энергетического оборудования промышленных	Вопросы к зачету	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	предприятий; уметь разрабатывать и оформлять документацию по эксплуатации энергетического оборудования	Тестирование и стандартные задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть - составлением и оформлением паспортов, журналов и ведомостей с выявленными дефектами при реализации энергосервисных мероприятий на промышленных предприятиях и объектах ТЭК в части энергетического оборудования	Тестирование и прикладные задания	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 2 семестре для очной формы обучения, 2 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
УК-1	знать методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные технические решения для ее реализации	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирована и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирована и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-1	знать конструктивные особенности современного энергетического оборудования его параметры и эксплуатационные характеристики	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией энергетического оборудования, с мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирована и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками формирования новых направлений научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК, разработки и оформления проектных решений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирована и верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-2	знать основные методики технических расчетов в рассматриваемой области	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	уметь проводить технические расчеты по проектированию энергетического оборудования с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и обеспечения требуемых характеристик	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирована верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способностью к выполнению технических расчетов по проектированию энергетического оборудования с проведением необходимого технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирована верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-3	знать устройство и конструктивные особенности энергетического оборудования промышленных предприятий и объектов ТЭК	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь использовать нормативные требования по организации создания и эксплуатации энергетического оборудования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирована верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способами планирования и организации производства работ по энергетическому обследованию энергетического оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирована верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать энергосберегающие мероприятия при эксплуатации энергетического оборудования	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь планировать выполнение работ по созданию энергетического оборудования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирована верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть способами планирования и организации производства работ по энергетическому обследованию, проведению осмотров и ремонтов энергетического оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирована верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	знать виды ремонтов, состав и способы их определения, периодичность ремонтов, технологию проведения монтажа и энергосервисных мероприятий энергетического оборудования промышленных предприятий;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь разрабатывать и оформлять документацию по эксплуатации энергетического оборудования	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирована верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть - составлением и оформлением паспортов, журналов и ведомостей с выявленными дефектами при реализации энергосервисных мероприятий на промышленных предприятиях и объектах ТЭК в части энергетического оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирована 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

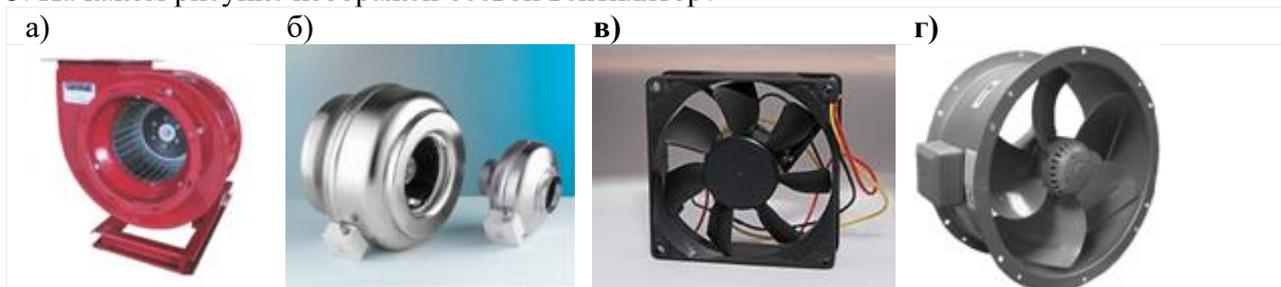
1. Какие машины предназначены для подачи газовых сред?
 - а) Насос.
 - б) Вентилятор.
 - в) Газодувка.
 - г) Компрессор.
 - д) Гидропередача.
2. Какое отношение давления на выходе к давлению на входе (ϵ) принято для компрессоров?
 - а) $\epsilon=1,15$.
 - б) $\epsilon>1,15$.
 - в) $\epsilon<1,15$.
3. К какому классу относится центробежный насос?
 - а) Объёмный.
 - б) Динамический.
 - в) Вихревой.
 - г) Струйный.
4. Что такое «предельное давление насоса»?
 - а) Наибольшее давление на выходе из насоса, на которое рассчитана его конструкция.
 - б) Наибольшее давление на входе из насоса, на которое рассчитана его конструкция.
 - в) Наибольшее давление, создаваемое насосом.
5. Полезная мощность насоса определяется по формуле:
 - а) $N_p = \rho g Q H / 1000 = Q p / 1000$.
 - б) $N_p = \gamma Q H / 102$.
 - в) $h = N_p / N$.
 - г) $h_y = N_p / N_{эл}$.
6. Какой показатель характеризует эффективность использования насосом подводимой к нему энергии?
 - а) Полезная мощность.
 - б) Давление.
 - в) Подача.
 - г) Рабочий объём насоса.
 - д) КПД.
7. Что влияет на КПД насоса?
 - а) Тип насоса.
 - б) Размер и конструкция насоса.
 - в) Род перемещаемой среды.
 - г) Режим работы машины.
 - д) Характеристика сети.
8. Что такое «кавитационный запас»?
 - а) Высота расположения центра входного отверстия насоса относительно свободной поверхности жидкости в открытом расходном резервуаре, из которого производится всасывание жидкости насосом.
 - б) Высота расположения свободной поверхности жидкости в открытом резервуаре, из которого производится всасывание, отсчитанная от центра входного отверстия насоса.
 - в) Превышение полного напора жидкости во всасывающей патрубке насоса над давлением p_n п насыщенных паров этой жидкости.
9. В чём состоит физическая картина явления кавитации?
 - а) В появлении вибрации насоса на максимальных оборотах.
 - б) Во вскипании жидкости в зоне повышенного давления и в последующей конденсации

- паровых пузырьков при выносе кипящей жидкости в область пониженного давления.
- в) Во вскипании жидкости в зоне пониженного давления и в последующей конденсации паровых пузырьков при выносе кипящей жидкости в область повышенного давления.
10. Каковы меры предотвращения возникновения кавитации?
- а) Применение материалов, устойчивых к кавитации.
 - б) Соблюдение такой высоты всасывания, при которой кавитация не возникает.
 - в) Применение в насосных установках современной автоматики.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Как может вести себя мощность при увеличении расхода у осевого вентилятора?
 - а) Увеличивается.
 - б) Почти не изменяется.
 - в) Уменьшается.
 2. Что такое «помпаж»?
 - а) Работа насоса (компрессора), на предельной мощности.
 - б) Неустойчивая работа насоса (компрессора), характеризующаяся резкими колебаниями напора и расхода перекачиваемой жидкости (газа).
 - в) Работа насоса (компрессора), при возникновении вибрации.
 3. Отметьте наиболее эффективные способы регулирования параметров вихревых насосов.
 - а) Изменением диаметра рабочего колеса (обточкой).
 - б) Изменением частоты вращения рабочего колеса.
 - в) Задвижкой на напорном патрубке.
 - г) Задвижкой на всасывающем патрубке.
 - д) Изменением угла наклона лопастей.
 - е) Перепуском.
 4. В осевых насосах:
 - а) Поток жидкости параллелен оси вращения лопастного колеса.
 - б) Поток жидкости перпендикулярен оси вращения лопастного колеса.
27. Что определяет теорема Жуковского?
- а) Давление среды на выходе с рабочего колеса.
 - б) Относительную скорость набегающего потока.
 - в) Подъёмную силу лопасти.

5. На каком рисунке изображён осевой вентилятор?



6. Чем отличается типичная форма кривой Q-H осевой машины от центробежной?
- а) Углом наклона к оси ОХ.
 - б) У осевой машины кривая часто имеет седлообразную форму.
 - в) У осевой машины кривая часто имеет экспоненциальную форму.
7. Как ведёт себя мощность при увеличении расхода у центробежного вентилятора?
- а) Увеличивается.
 - б) Почти не изменяется.
 - в) Уменьшается.
8. К какому типу насосов относится эрлифт?
- а) Центробежному.
 - б) Вихревому.

- г) Шестерённому.
 - д) Струйному.
9. Что означает реверсивность насоса?
- а) При изменении направления вращения зубчаток они изменяют направление потока в трубопроводах, присоединённых к насосу.
 - б) Подводя жидкость под давлением к одному из патрубков насоса и сообщая другой патрубок со сливным баком, получаем работу машины в качестве гидродвигателя.
10. Что означает обратимость насоса?
- а) При изменении направления вращения зубчаток они изменяют направление потока в трубопроводах, присоединённых к насосу.
 - б) Подводя жидкость под давлением к одному из патрубков насоса и сообщая другой патрубок со сливным баком, получаем работу машины в качестве гидродвигателя.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Энергосбережение — это:
- А) сохранение на заданном уровне потребления энергии;
 - В) уменьшение потребления топлива, тепловой и электрической энергии за счет их наиболее полного и рационального использования во всех сферах деятельности человека;
 - С) уменьшение потребления топлива, тепловой и электрической энергии за счет их наиболее неполного и иррационального использования во всех сферах деятельности человека;
 - Д) повышение выработки тепловой и электрической энергии любыми путями;
 - Е) определение оптимальных расходов топливно-энергетических ресурсов для обеспечения потребителей тепловой и электрической энергией.
2. Энергетическая цепочка – это:
- А) поток энергии от добычи (производства) первичного энергоресурса до конечного использования энергии;
 - В) движение энергоресурсов в энергохозяйстве в направлении от источников к потребляемой энергии;
 - С) запас энергии, необходимые для реализации мер по экономии единицы энергии в год без нежелательного изменения количества или качества выпускаемой продукции;
 - Д) количество энергии, которая была потреблена при производстве продукции или выполнении работы;
 - Е) количество энергии, сохраненная при производстве продукции или выполнении работы.
3. К активной экономии энергии применительно к действующим энергетическим и энергопотребляющим установкам относится:
- А) теплоизоляция, теплопроводность, запрограммированное управление отоплением и кондиционированием воздуха, регулирование нагрузки;
 - В) запрограммированное управление отоплением и кондиционированием воздуха, регулирование нагрузки;
 - С) теплоизоляция, теплопроводность, теплопередача, побочная термодинамическая эффективность;
 - Д) теплоизоляция, теплопроводность, теплопередача, побочная термодинамическая эффективность, энергоэкономическое здание;
 - Е) запрограммированное управление отоплением и кондиционированием воздуха,

- регулирование нагрузки, возврат конденсата.
4. К общим закономерностям энергосбережения относятся:
- А) энергосбережение и экономичность при создании систем транспортировки, ремонтпригодность конструкции, позволяющая быстро обнаружить и устранить неполадки и отказы в надежной работе;
 - В) эффективная теплоизоляция канала, надежно и долговечно работающая при условиях эксплуатации;
 - С) малое гидравлическое сопротивление канала, по которому проходит транспортировка теплоносителя, что обеспечивает малую мощность, затрачиваемую на прокачку теплоносителя;
 - Д) герметичность систем транспортировки, что обеспечивает энергосбережение на воспроизводство теплоносителя;
 - Е) все перечисленное.
5. Источники энергии должны обладать свойствами:
- А) быть возобновляемыми;
 - В) экологически чистыми;
 - С) не приводить к потере тепловой энергии в окружающую среду;
 - Д) быть возобновляемыми и экологически чистыми;
 - Е) все перечисленное.
6. Повышение технико-экономических показателей и развития теплоэнергетики происходит при:
- А) энергосбережении систем производства;
 - В) оптимизации систем производства;
 - С) энергосбережении и оптимизации;
 - Д) эффективности работы оборудования;
 - Е) рационального распределения энергоресурсов.
7. В силовых процессах «полезная энергия» определяется по:
- А) световому потоку ламп;
 - В) количеству теплоты, полученной потребителями или пользователями;
 - С) рабочему моменту на валу двигателя, расходу энергии, необходимой в соответствии с теоретическим расчетом проведения заданных усилий;
 - Д) расходу энергии, необходимой для проведения заданных условий;
 - Е) теоретическому расходу энергии на нагрев, кипение, плавку, испарение материала и проведение эндотермических реакций.
8. Какая формула соответствует уравнению Клайперона для идеальных газов?

35.1	35.2	35.3
$\frac{p}{\rho} = Rt$	$\frac{p}{\rho} = RT$	$\frac{p}{\rho} = vRt$

9. Соотнесите формулу и соответствующее ей название.

1 - потери по длине трубопровода	2 - массовый расход газа при установившемся течении	3 - число Рейнольдса;	4 - массовый расход газа под действием малого перепада давлений	5 - уравнение Эйлера

$$\text{а). } \rightarrow \text{Re} = \frac{4 Q_m}{v \cdot \rho_{\text{cp}} \cdot \pi \cdot d};$$

$$\text{б). } \rightarrow Q_m = \rho \cdot V \cdot S;$$

$$\text{в). } \rightarrow \Delta p_{\text{мп}} = \lambda \frac{l \cdot V_{\text{cp}}^2}{d \cdot 2} \cdot \rho;$$

$$\text{г). } \rightarrow Q_m = \mu \cdot S \sqrt{\frac{2 p_1}{RT_1} (p_1 - p_2)};$$

$$\text{д). } \rightarrow M = Q_m^{\square} (V_{2u} r_2 - V_{1u} r_1).$$

10. Как ведёт себя мощность при увеличении расхода у центробежного вентилятора?

- а) Увеличивается.
- б) Почти не изменяется.
- в) Уменьшается.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Объясните сущность струйной теории движения жидкости в рабочем колесе центробежного насоса.
2. Основное уравнение центробежных насосов
3. Принцип действия, классификация и области применения центробежных насосов
4. Принцип действия, классификация и области применения вихревых насосов
5. Принцип действия, классификация и области применения осевых (шнековых) насосов
6. Уравнение Эйлера
7. Основы вихревой теории центробежных насосов
8. Основы струйной теории центробежных насосов
9. Теоретический напор лопастных насосов
10. Влияние конечного числа лопастей крыльчатки на напор центробежного насоса
11. Поправка на конечное число лопастей при расчете теоретического напора
12. Баланс мощности насосов с различными коэффициентами быстроходности
13. Теория подобия центробежных насосов
14. Критерии подобия (коэффициент быстроходности)
15. Какие условия подобия выполняются для подобных лопастных машин ?
16. Основы инженерного расчета (проектирования) центробежного насоса
17. Выбор и расчет основных размеров центробежного насоса
18. Выбор числа ступеней центробежного насоса
19. Выбор оборотов ротора центробежного насоса
20. Укажите способы уравновешивания осевой силы в центробежных насосах.
21. Профилирование меридионального сечения рабочего колеса центробежного насоса центробежного насоса
22. Для каких лопастных машин часто вводится поправка на изменение плотности среды?
23. При пересчете какого параметра лопастной машины учитываются изменения плотности среды?
24. От какого параметра более всего зависят механические потери мощности в лопастных машинах ?
25. Какие характеристики лопастных машин называют универсальными ?
26. Центробежные компрессоры. Принцип действия и устройство
27. Осевые компрессоры. Принцип действия и устройство
28. Центробежные вентиляторы. Принцип действия и устройство
29. Рабочий процесс в динамическом компрессоре
30. Внутренний политропический КПД неохлаждаемого компрессора
31. Характеристики лопастных компрессоров. Пересчет характеристик

32. Особенности регулирования лопастных компрессоров
33. Газодинамические характеристики. Безразмерные и приведенные характеристики
34. Основы расчёта ступени центробежного компрессора
35. Осевые компрессоры
36. Основы расчёта осевого компрессора
37. Помпаж в компрессорах и вентиляторах

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20. 1. «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов. 2. «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 6 и выше.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Топливо-энергетический комплекс России.	УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, решение стандартных и прикладных задач, защита лабораторных работ, зачет
2	Насосы и насосное оборудование	УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, решение стандартных и прикладных задач, защита лабораторных работ, зачет
3	Компрессоры и турбокомпрессоры. турбодетандеры	УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, решение стандартных и прикладных задач, защита лабораторных работ, зачет
4	Системы вентиляции	УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, решение стандартных и прикладных задач, защита лабораторных работ, зачет
5	Системы водоподготовки	УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, решение стандартных и прикладных задач, защита лабораторных работ, зачет
6	Системы водоснабжения	УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, решение стандартных и прикладных задач,

			защита лабораторных работ, зачет
7	Трубопроводные системы и запорно-регулирующая арматура	УК-1, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-4, ПК-5	Тест, решение стандартных и прикладных задач, защита лабораторных работ, зачет

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 методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

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

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Тихоненков, Б. П. Насосы и насосные станции. Часть 1. Насосы [Электронный ресурс] : учебник / Б. П. Тихоненков. - М. : МГАВТ, 2005. - 296 с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2. Тихоненков, Б. П. Насосы и насосные станции. Часть 2. Насосные станции [Электронный ресурс]: учебник / Б. П. Тихоненков. - М.: МГАВТ, 2005. - 296 с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

3. Карелин, В.Я. Насосы и насосные станции: учебник для вузов / В. Я. Карелин, А. В. Минаев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Бастет, 2010. - 448с.

4. Ухин, Б. В. Гидравлические машины: насосы, вентиляторы, компрессоры и гидропривод [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Б.В. Ухин. — М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2017. — 320 с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

5. Ломакин А.А. Центробежные и осевые насосы. Л.: Машиностроение,

1966.-364с.

6. Пфлейдерер К. Лопаточные машины для жидкостей и газов. - М.: Машгиз, 1960. - 683 с.

7. Степанов А.И. Центробежные и осевые насосы. Теория, конструирование и применение. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1960, 464 с.

8. Высокооборотные лопаточные машины. / Под ред. Овсянникова Б.В. и Чебаевского В.Ф. – М.: Машиностроение, 1975. – 336с.

9. Боровский Б.И. Энергетические параметры и характеристики высокооборотных лопастных насосов. – М.: Машиностроение. 1989. – 184 с.

10. Овсянников Б.В., Боровский Б.И. Теория и расчет агрегатов питания жидкостных ракетных двигателей. М.: Машиностроение, 1986.-375с.

11. Михайлов А.К., Малюшенко В.В. Конструкции и расчет центробежных насосов высокого давления. – М.: Машиностроение. 1971. – 303 с.

12. Михайлов А.К., Малюшенко В.В. Лопастные насосы. Теория, расчет и конструирование. - М.: Машиностроение, 1977.- 288 с.

13. Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы: Учебник для машиностроительных вузов / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. – 2-е изд. перераб. – М.: Машиностроение, 1982 – 423с.

14. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.

15. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. Гидравлика, гидравлические машины и гидроприводы. - М.: Машиностроение, 1982.-424 с.

16. Елисеев Б.М. Расчет деталей центробежных насосов. М.: Машиностроение, 1975. – 208с.

17. Лопастные насосы. Под редакцией Гряшко Л.П., Папира А.Н. Л.: Машиностроение, 1975. – 430с.

18. ГОСТ 6134-2007, ИСО 9906-1999 Насосы динамические. Методы испытаний.

19. Gulich J.F (Ed.). Centrifugal Pumps – Second edition. Springer, 2010.

20. Макаров Е. Инженерные расчеты в Mathcad15: Учебный курс. — СПб.: Питер, 2011. 400 с.: ил.

21. Шерстюк А. Н. Насосы, вентиляторы и компрессоры. Учеб. Пособие для втузов М, «Высшая школа», 1972, 344 с. с илл.

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:

1. LibreOffice

2. AutoCAD

3. Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» <http://www.edu.ru/>, Образовательный портал ВГТУ

4. Информационная справочная система <http://window.edu.ru>

<https://wiki.cchgeu.ru>

5. Современные профессиональные базы данных Tehnari.ru. Технический форум. Адрес ресурса: <https://www.tehnari.ru/>

6. Stroitel.club. Сообщество строителей РФ, Адрес ресурса: <http://www.stroitel.club/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Основу материально-технического обеспечения практики составляют:

- производственное, научно-исследовательское оборудование, измерительные и вычислительные комплексы, другое материально-техническое обеспечение необходимое для полноценного освоения курса на базовом предприятии (АО «ГИДРОГАЗ»),

- оборудование кафедры «Гидравлики, водоснабжения и водоотведения» ФИСИС (лаборатории: «Гидравлики и гидравлических машин» (ауд. 6042 и 2118); «Водоснабжения и водоотведения (ауд. 6043); «Санитарно – техническое оборудование зданий» (ауд. 6038). В этих аудиториях находятся плакаты и стенды, контрольно- измерительная и запорная аппаратура, используемая в системах и сооружениях водоснабжения и водоотведения), а также аудитории, кабинеты, компьютерные классы, компьютеры с возможностью доступа в Интернет, мультимедийные проекторы, персональные технические средства студента, канцелярские принадлежности и др.;

- частично лабораторная база кафедры «Жилищно-коммунального хозяйства» ФИСИС: - (ауд. 2124: Приточная вентиляционная система с камерой Klimatex Q2. Кондиционер КТН2. Переносной газоанализатор ДАГ. Проектор. Шумовиброметр. Тепловизионная камера NEC. Термометр контактный ТК 5.06 с зондами. Течетрассоискатель АТГ-3 «Успех». Дальномер. Пирометр Testo. Пирометр оптический микропроцессорный С-фаворит С-300. Нивелир Н-3. Газоанализатор дымовых газов КМ-800. Измеритель влажности КМ 8004. Измеритель электрического и магнитного поля. Измеритель электростатического поля. Люксметр. Мегомметр ЭС 6203 12-Г. Комбинированный прибор контроля параметров воздушной среды МЭС-2. Микроманометр. Комплект демонстрационных плакатов).

- мультимедийные средства в аудитории 6258 (Экран, проектор, ноутбук для проведения лекций и практических занятий).

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

По дисциплине «Оборудование энергетических систем промышленных предприятий и объектов ТЭК» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

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 энергетического оборудования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

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

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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 лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - 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 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			