


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники


Небольсин В.А.

«17» января 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Насосы, вентиляторы, компрессоры»

Направление подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Профиль Технологические системы жизнеобеспечения АЭС и
промышленных предприятий

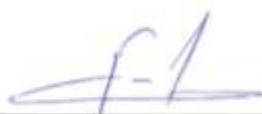
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Автор программы



С.В. Григорьев

Заведующий кафедрой
Жилищно-коммунального
хозяйства



Н.А. Драпалюк

Руководитель ОПОП



О.В. Калядин

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- формирование у обучающегося профессиональных знаний, умений и навыков для проектирования и эксплуатации насосов, вентиляторов и компрессоров на основе ознакомления с основными положениями и достижениями науки о энергетическом оборудовании для перемещения жидкостей и газов, рационального использования новых достижений и принципов в данной области техники,
- подготовка студента к выполнению проектно-конструкторской, эксплуатационной, монтажной, наладочной деятельности в области насосов, вентиляторов и компрессоров, применяемых на АЭС и промышленных предприятиях (ПП).

1.2. Задачи освоения дисциплины

- сформировать комплекс необходимых знаний по насосному, вентиляционному и компрессорному оборудованию АЭС и ПП;
- изучение конструкции и основ эксплуатации энергетического (тепломеханического) оборудования и их параметров;
- изучение нормативно-технических и организационных основ функционирования насосов, вентиляторов и компрессоров в технологическом оборудовании;
- формирование необходимых умений проведения проектирования и выполнения расчетов, связанных с использованием насосов, вентиляторов и компрессоров к технологическим условиям и владений основами их регулирования для систем жизнеобеспечения АЭС и ПП.
- формирование способности у студента анализировать параметры нормальных и аварийных режимов, выявлять их причины, локализовать и ликвидировать аварийные ситуации;
- формирование необходимых умений выбора по характеристикам насосов, вентиляторов, компрессоров и использования их в технологическом оборудовании по основным показателям.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Насосы, вентиляторы, компрессоры» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

Знания, полученные при изучении дисциплины, помогут студентам при изучении других дисциплин части программы в проектно-конструкторской, эксплуатационной, монтажной, наладочной деятельности, дипломном проектировании, а также в дальнейшей профессиональной работе.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Насосы, вентиляторы, компрессоры» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен выполнять инженерно-технические расчеты и участвовать в разработке проектной документации систем холодоснабжения

ПК-2 - Способен выполнять инженерно-технические расчеты и участвовать в разработке проектной документации систем вентиляции и кондиционирования воздуха

ПК-3 - Способен выполнять инженерно-технические расчеты и разрабатывать конструкторскую документацию отдельных деталей и узлов нестандартизированного оборудования систем жизнеобеспечения АЭС и промышленных предприятий

ПК-10 - Способен организовывать эксплуатацию водоподготовительных установок и установок очистки сточных вод и контроль за эксплуатацией

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	<p>Знать основные характеристики нагнетательных машин и нормативные требования к их применению в системах холодоснабжения, водоснабжения и водоочистки</p> <p>Уметь рассчитывать, эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование систем холодоснабжения, водоснабжения и водоочистки</p> <p>Владеть навыком подбора насосов, вентиляторов, компрессоров при проектировании систем холодоснабжения и водоснабжения</p>
ПК-2	<p>Знать основные характеристики вентиляторов, компрессоров и нормативные требования к их применению</p> <p>Уметь рассчитывать, эксплуатировать и обслуживать технологическое энергетическое оборудование систем вентиляции и кондиционирования воздуха</p> <p>владеть методами поиска и анализа научно-технической информации и опыта в области проектирования и эксплуатации</p>
ПК-3	<p>знать современную научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации нестандартизированного оборудования систем жизнеобеспечения АЭС и ПП</p> <p>Уметь выполнять инженерно-технические расчеты и разрабатывать конструкторскую документацию отдельных деталей и узлов нестандартизированного оборудования систем жизнеобеспечения АЭС и ПП</p> <p>владеть методами поиска и анализа научно-технической информации и опыта в области проектирования и эксплуатации нестандартизированного оборудования систем жизнеобеспечения АЭС и ПП</p>
ПК-10	<p>Знать задачи эксплуатации водоподготовительных установок и установок очистки сточных вод, должностные инструкции, работу с документацией, ППО и ППР.</p> <p>Уметь эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование водоподготовительных установок и установок очистки сточных вод и контролировать их эксплуатацию</p> <p>Владеть навыками планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования.</p>

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Насосы, вентиляторы, компрессоры» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	63	63
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	180 5

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 в дисциплину	Понятие нагнетательной машины. Общие сведения о нагнетательных машинах в целом и о насосах, вентиляторах и компрессорах в частности. Предназначение и классификация нагнетательных машин. Роль насосов, вентиляторов и компрессоров в системах жизнеобеспечения АЭС и ПП. Смежные термины и определения.	2	2	-	4	26
2	Динамические нагнетательные машины	Основы теории центробежных машин. Способ действия. Треугольники скоростей рабочего колеса. Течение в межлопастных каналах. Уравнение энергии потока в рабочем колесе. Уравнение Эйлера. Основные размеры рабочего колеса. Теоретический и действительный напор насоса и его зависимость от конструктивных форм. Основы теории подобия центробежных насосов. Типизация насосов по коэффициенту быстроходности. Характеристики центробежных насосов. Пересчет характеристик на другое число оборотов. Обрезка рабочих колес. Мощность и КПД центробежных машин. Особенности конструкции, эксплуатационные параметры и области применения осевых и вихревых насосов. Струйные нагнетатели, принцип действия. Расчет эксплуатационных параметров (рабочие характеристики, мощность, коэффициент полезного действия, регулирование подачи, области	6	6	4	10	26

		применения). Технология проектирования центробежных насосов в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования.					
3	Объёмные поршневые и роторные насосы	Поршневые и роторные насосы, их классификация, типы, области применения. Подача объёмных насосов. Закон движения поршня насоса с кривошипным приводом. Степень неравномерности подачи. Графики подачи. Давление в насосе в период всасывания и нагнетания. Высота установки насоса. Основы теории расчёта воздушных колпаков. Клапаны поршневых насосов. Особенности конструкции, принцип действия, эксплуатационные параметры шестеренных, кулачковых, пластинчатых и водокольцевых насосов.	4	4	2	6	16
4	Вентиляторы.	Классификация вентиляторов. Центробежные вентиляторы. Характеристики центробежных вентиляторов (подача, давление, расходуемая мощность и КПД). Регулирование подачи. Осевые вентиляторы.	4	4	2	6	16
5	Компрессоры в холодильной технике систем кондиционирования воздуха (СКВ)	Компрессоры объёмного принципа действия: поршневые, ротационные, спиральные и винтовые. Конструкция. Принцип работы. Область применения. Подбор. Регулирование подачи. Многоступенчатые центробежные компрессоры в холодильной технике. Конструкция. Принцип работы. Подбор. Регулирование подачи. Область применения. Показатели эффективной работы компрессоров в холодильной технике СКВ, способы повышения эффективности. Энергосбережение при работе компрессоров. Теоретические основы работы. Действительный рабочий процесс в одноступенчатом компрессоре. Многоступенчатое сжатие. Основные элементы компрессорной установки. Поршневые вакуум-насосы. Ротационные компрессоры. Турбокомпрессоры.	4	4	2	10	16
6	Конструктивные особенности нагнетательных машин. Роль и сфера применения нагнетательных машин в системах жизнеобеспечения	Устройство и конструкция нагнетательных машин различных видов (радиальные, осевые, объёмные и т.д.). Их сходства и различия. Виды нагнетательных машин, применяемых в системах жизнеобеспечения АЭС и ПП. Отличие нагнетательных машин, обеспечивающих подачу рабочей среды от точки входа к точке выхода, от машин, обеспечивающих циркуляцию рабочей среды в замкнутом контуре. Конструктивные особенности гидроэлеваторов, эжекторов. Достоинства и недостатки. Область применения. Расчёт и подбор.	4	4	2	9	19
7	Система «нагнетатель–сеть». Основные параметры, характеризующие нагнетательную машину и её	Понятие системы «нагнетатель–сеть». Принцип работы системы «нагнетатель–сеть» с точки зрения энергетического баланса, приложение второго закона Кирхгофа. Основные параметры, характеризующие нагнетательную машину и её работу в сети. Мощность нагнетательной машины, коэффициенты полезного действия. Рабочие характеристики нагнетательной машины	4	4	2	6	16

	работу в сети.	как зависимость давления (напора), мощности, КПД от подачи (расхода). Расходно-напорная характеристика сети как зависимость потерь давления (напора) в сети от расхода рабочей среды. Рабочая точка. Условия совместной работы нескольких нагнетательных машин, соединённых различным образом (последовательно, параллельно), на единую сеть. Построение характеристики совместной работы нескольких нагнетательных машин на единую сеть.					
8	Подбор нагнетательного оборудования. Расчёт рабочих режимов. Способы регулирования, частотно-регулируемые приводы.	Параметры, по которым производится подбор нагнетательного оборудования. Принципы подбора по традиционным каталогам производителей и с помощью современного специализированного программного обеспечения. Условий подбора и пересчёта характеристик нагнетателей. Способы регулирования, частотно-регулируемые приводы.	4	4	2	6	16
9	Правила безопасной эксплуатации насосов, вентиляторов и компрессоров. Условия устойчивой работы	Правила пуска, останова и безопасной работы насосов, вентиляторов и компрессоров. Основы ремонта нагнетательного оборудования, балансировка рабочих колёс и шкивов. Неустойчивые режимы работы нагнетательных машин (кавитация, помпаж), их причины и способы предотвращения. Нормирование шума, уровень звукового давления. Гидравлические машины, как источники шума, уровень звуковой мощности. Средства снижения шума. Мероприятия по борьбе с шумом и вибрацией	4	4	2	6	16
Итого			36	36	18	63	153

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Стенд для исследования работы циркуляционных насосов
2. Построение характеристик циркуляционного насоса
3. Определение характеристики сети
4. Совместная работа последовательно соединённых насосов, имеющих одинаковые характеристики
5. Совместная работа параллельно соединённых насосов, имеющих одинаковые характеристики
6. Совместная работа последовательно соединённых насосов, имеющих разные характеристики
7. Совместная работа параллельно соединённых насосов, имеющих разные характеристики
8. Изучение влияния частоты вращения рабочего колеса на характеристики центробежных насосов
9. Работа электронного циркуляционного насоса в режиме $P = \text{const}$

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
ПК-1	Знать основные характеристики нагнетательных машин и нормативные требования к их применению в системах холодоснабжения, водоснабжения и водоочистки	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь рассчитывать, эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование систем холодоснабжения, водоснабжения и водоочистки	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыком подбора насосов, вентиляторов, компрессоров при проектировании систем холодоснабжения и водоснабжения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-2	Знать основные характеристики вентиляторов, компрессоров и нормативные требования к их применению	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь рассчитывать, эксплуатировать и обслуживать технологическое энергетическое оборудование систем вентиляции и кондиционирования воздуха	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами поиска и анализа научно-технической информации и опыта в области проектирования и эксплуатации	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	знать современную научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации нестандартизированного оборудования систем жизнеобеспечения АЭС и ПП	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять	Решение стандартных	Выполнение	Невыполнение работ в

	инженерно-технические расчеты и разрабатывать конструкторскую документацию отдельных деталей и узлов нестандартизированного оборудования систем жизнеобеспечения АЭС и ПП	практических задач, написание курсового проекта	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методами поиска и анализа научно-технической информации и опыта в области проектирования и эксплуатации нестандартизированного оборудования систем жизнеобеспечения АЭС и ПП	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-10	Знать задачи эксплуатации водоподготовительных установок и установок очистки сточных вод, должностные инструкции, работу с документацией, ППО и ППР.	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование водоподготовительных установок и установок очистки сточных вод и контролировать их эксплуатацию	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками планирования монтажно-наладочных работы по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке 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 6 семестре для очной 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 характеристики нагнетательных машин и нормативные требования к их применению в системах холодоснабжения, водоснабжения и водоочистки	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь рассчитывать, эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование систем холодоснабжения, водоснабжения и	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

	водоочистки					
	Владеть навыком подбора насосов, вентиляторов, компрессоров при проектировании систем холодоснабжения и водоснабжения	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-2	Знать основные характеристики вентиляторов, компрессоров и нормативные требования к их применению	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь рассчитывать, эксплуатировать и обслуживать технологическое энергетическое оборудование систем вентиляции и кондиционирования воздуха	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 методами поиска и анализа научно-технической информации и опыта в области проектирования и эксплуатации	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 современную научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области проектирования и эксплуатации нестандартизованного оборудования систем жизнеобеспечения АЭС и ПП	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь выполнять инженерно-технические расчеты и разрабатывать конструкторскую документацию отдельных деталей и узлов нестандартизованного оборудования систем жизнеобеспечения АЭС и ПП	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 методами поиска и анализа научно-технической информации и опыта в области проектирования и эксплуатации	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

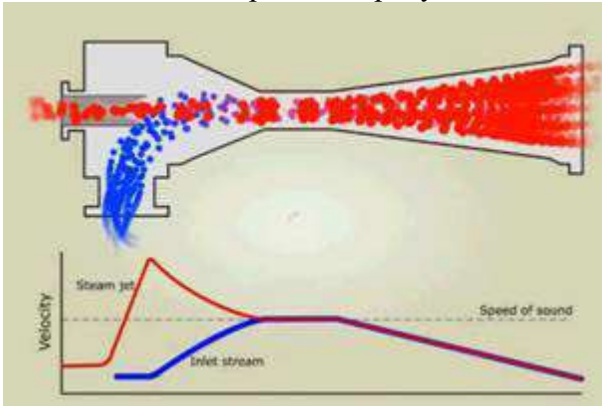
	нестандартизированного оборудования систем жизнеобеспечения АЭС и ПП					
ПК-10	Знать задачи эксплуатации водоподготовительных установок и установок очистки сточных вод, должностные инструкции, работу с документацией, ППО и ППР.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80- 90%	Выполнение теста на 70- 80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь эксплуатировать и обслуживать технологическое оборудование водоподготовительных установок и установок очистки сточных вод и контролировать их эксплуатацию	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 планирования монтажно-наладочных работ по вводу в эксплуатацию оборудования и проведения приемосдаточных испытаний оборудования.	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

- Какие машины предназначены для подачи газовых сред?
 - Насос.
 - * Вентилятор.
 - * Газодувка.
 - * Компрессор.
 - Гидропередача.
- Какое отношение давления на выходе к давлению на входе принято для компрессоров?
 - $e=1,15$.
 - * $e>1,15$.
 - $e<1,15$.
- Машина, перемещающая газовую среду при степени сжатия до 1,15 называется
 - * вентилятор
 - газодувка
 - компрессор
- Насосы, в которых передача энергии потоку происходит под влиянием сил, действующих на жидкость в рабочих полостях, постоянно соединенных с входом и выходом насоса, называются
 - * динамические насосы
 - объемные насосы
 - поршневые насосы
 - роторные насосы
- К машинам трения относится следующая группа динамических машин

- а) центробежные и осевые насосы
 - б) вентиляторы и компрессоры
 - в) * вихревые насосы
6. К какому классу относится центробежный насос?
- а) Объёмный.
 - б) * Динамический.
 - в) Вихревой.
 - г) Струйный.
7. Какой насос изображён на рисунке?

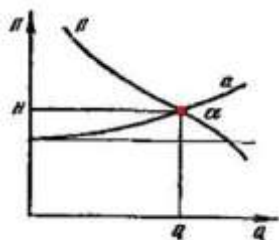


- а) Дисковый.
 - б) Вихревой.
 - г) * Струйный.
 - д) Поршневой.
8. Насос, рабочим органом которого является сопло, называется
- а) центробежный насос
 - б) вихревой насос
 - в) * струйный насос
 - г) поршневой насос
9. К машинам, создающим малые подачи и большие напоры, относятся
- а) * поршневые и роторные машины
 - б) центробежные машины
 - в) осевые машины.
10. Гидродинамическое и механическое совершенство машины характеризует
- а) подача
 - б) напор
 - в) * КПД
11. Какой показатель характеризует эффективность использования насосом подводимой к нему энергии?
- а) Полезная мощность.
 - б) Давление.
 - в) Подача.
 - г) Рабочий объём насоса.
 - д) * КПД.
12. Отметьте характерные особенности вихревых насосов:
- а) * Большой напор, малая подача.
 - б) Большая подача, малый напор.
 - в) * Обладает самовсасывающей способностью.
13. Отметьте характерные особенности вихревых насосов:
- а) Способен подавать газонасыщенные жидкости.
 - б) КПД 70-80%.
 - в) КПД 35-45%.
14. К какому типу насосов относится эрлифт?
- а) Центробежному.

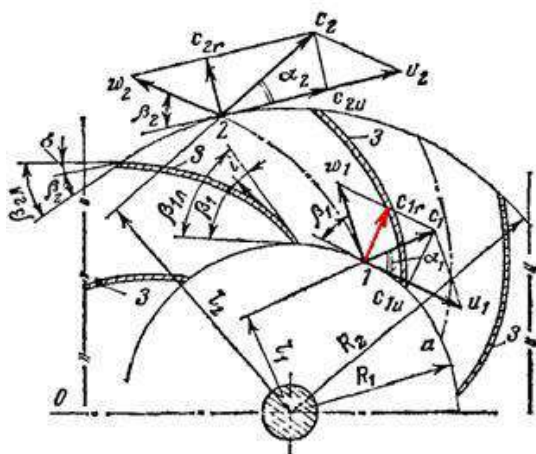
- б) Вихревому.
 - г) Шестерённому.
 - д) Струйному.
15. К какому классу относятся поршневые насосы?
- а) Объёмному.
 - б) Динамическому.
 - в) Центробежному.
16. К какому классу относятся плунжерные насосы?
- а) Динамическому.
 - б) Объёмному.
 - в) Центробежному.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

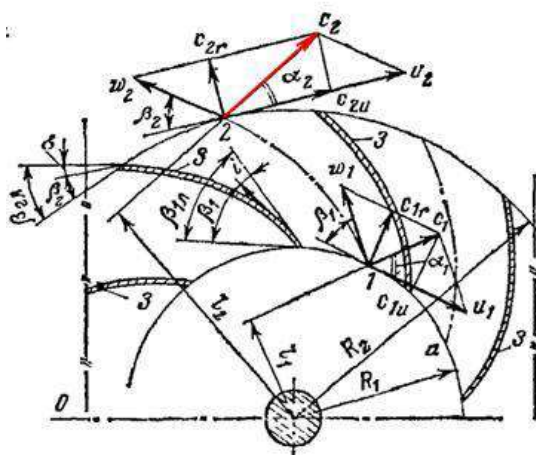
1. Что такое «предельное давление насоса»?
- а) * Наибольшее давление на выходе из насоса, на которое рассчитана его конструкция.
 - б) Наибольшее давление на входе из насоса, на которое рассчитана его конструкция.
 - в) Наибольшее давление, создаваемое насосом.
2. Что влияет на КПД насоса?
- а) * Тип насоса.
 - б) * Размер и конструкция насоса.
 - в) * Род перемещаемой среды.
 - г) * Режим работы машины.
 - д) * Характеристика сети.
3. 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 трубке насоса над давлением p_n п насыщенных паров этой жидкости.
4. Как называется точка пересечения характеристики насоса Q-H и характеристики трубопровода (а)?



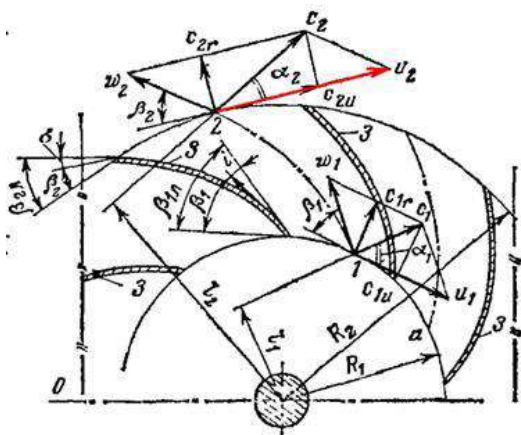
- а) Точка совместного функционирования.
 - б) Точка максимального КПД.
 - в) * Рабочая точка.
5. Вектор какой скорости выделен красным цветом?



- а) Окружная скорость при выходе с колеса.
 - б) Окружная скорость при попадании на лопатку.
 - в) Относительная скорость при попадании на лопатку.
 - г) Относительная скорость при выходе с колеса.
 - д) Абсолютная скорость при попадании на лопатку.
 - е) Абсолютная скорость при выходе с колеса.
 - ж) * Радиальная скорость при попадании на лопатку.
 - з) Радиальная скорость при выходе с колеса.
6. Вектор какой скорости выделен красным цветом?

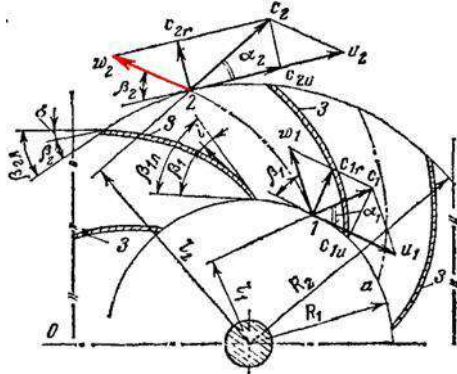


- а) Окружная скорость при выходе с колеса.
 - б) Окружная скорость при попадании на лопатку.
 - в) Относительная скорость при попадании на лопатку.
 - г) Относительная скорость при выходе с колеса.
 - д) Абсолютная скорость при попадании на лопатку.
 - е) * Абсолютная скорость при выходе с колеса.
 - ж) Радиальная скорость при попадании на лопатку.
 - з) Радиальная скорость при выходе с колеса.
7. Вектор какой скорости выделен красным цветом?



- а) * Окружная скорость при выходе с колеса.
- б) Окружная скорость при попадании на лопатку.
- в) Относительная скорость при попадании на лопатку.
- г) Относительная скорость при выходе с колеса.
- д) Абсолютная скорость при попадании на лопатку.
- е) Абсолютная скорость при выходе с колеса.
- ж) Радиальная скорость при попадании на лопатку.
- з) Радиальная скорость при выходе с колеса.

8. Вектор какой скорости выделен красным цветом?



- а) Окружная скорость при выходе с колеса.
- б) Окружная скорость при попадании на лопатку.
- в) Относительная скорость при попадании на лопатку.
- г) * Относительная скорость при выходе с колеса.
- д) Абсолютная скорость при попадании на лопатку.
- е) Абсолютная скорость при выходе с колеса.
- ж) Радиальная скорость при попадании на лопатку.
- з) Радиальная скорость при выходе с колеса.

9. Какая величина определяется уравнением Эйлера?

- а) Теоретический расход.
- б) Теоретический КПД.
- в) * Теоретический напор.
- г) Теоретическая мощность.

10. какая формула представляет уравнение Эйлера ?

$$k = \frac{1}{1 + \frac{1,2}{z} \cdot \frac{1 + \sin \beta_2}{1 - (D_1/D_2)^2}}$$

- а)
- б) $H_T = (u_2 c_{2u} - u_1 c_{1u}) / g$
- в) $N_T = \rho Q (R_2 c_{2u} - R_1 c_{1u})$

11. 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.
11. Что является критерием для оценки необходимости увеличения числа ступеней лопастного компрессора?
- Температура вспышки паров смазочного масла.
 - * Допустимая окружная скорость.
 - Минимум затрат энергии.
12. В какой машине применяется охлаждение?
- Центробежном насосе.
 - Поршневом насосе.
 - Осевом насосе.
 - * Поршневом компрессоре.
13. Обладают ли свойством реверсивности и обратимости пластинчатые насосы?
- * Да.
 - Нет.
14. Обладают ли свойством реверсивности и обратимости аксиально-поршневые насосы?
- * Да.
 - Нет.
15. Почему затруднительно получить высокое давление в одной ступени поршневого компрессора?
- Из-за недостаточного соотношения прочности используемых материалов и КПД процесса.
 - * Из-за чрезмерного повышения температуры в конце сжатия.
 - Из-за невозможности достаточно интенсивного охлаждения.
16. Каковы меры предотвращения возникновения кавитации?
- Применение материалов, устойчивых к кавитации.
 - * Соблюдение такой высоты всасывания, при которой кавитация не возникает.
 - Применение в насосных установках современной автоматики.
17. В чём заключается испытание насоса?
- * В измерении Q , H , N и n при различных режимах работы, устанавливаемых открытием дросселя (задвижки) на напорной линии.
 - В измерении Q , H , N при повышении частоты вращения до разрушения корпуса.
 - В измерении Q , H , N при применении разных типов двигателей.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- Каковы меры предотвращения возникновения кавитации?
 - Применение материалов, устойчивых к кавитации.
 - * Соблюдение такой высоты всасывания, при которой кавитация не возникает.
 - Применение в насосных установках современной автоматики.
- В чём заключается испытание насоса?
 - * В измерении Q , H , N и n при различных режимах работы, устанавливаемых открытием дросселя (задвижки) на напорной линии.
 - В измерении Q , H , N при повышении частоты вращения до разрушения корпуса.
 - В измерении Q , H , N при применении разных типов двигателей.
- Для чего используется сводный график полей насосов?
 - Для точного определения характеристик конкретного насоса.
 - Для нахождения рабочей точки.
 - * Для быстрого подбора насоса.
- При параллельной работе двух насосов на сеть:
 - Их КПД складываются, расход остаётся постоянным.
 - * Их подачи складываются, напор остаётся постоянным.
 - Их напоры складываются, подача остаётся постоянной.
- При последовательной работе двух насосов на сеть:
 - Их КПД складываются, расход остаётся постоянным.

- б) Их подачи складываются, напор остаётся постоянным.
 в) * Их напоры складываются, подача остаётся постоянной.
6. Какие насосы принято считать подобными?
 а) Одинаковой марки.
 б) Одинакового класса.
 в) С одинаковыми характеристиками Q , H , N .
 г) С одинаковым коэффициентом быстроходности n_s .
7. Что такое коэффициент быстроходности?
 а) * Коэффициентом быстроходности n_s данной машины (насоса, вентилятора, компрессора) называют такую частоту вращения геометрически подобного насоса, который при напоре $H=1$ м имеет подачу $Q=0,075$ м³/с.
 б) Коэффициентом быстроходности n_s данной машины (насоса, вентилятора, компрессора) называют такую частоту вращения геометрически подобного насоса, который при напоре $H=0,075$ м имеет подачу $Q=1$ м³/с.
 в) * Величина, определяющая подобие течений в насосах, вентиляторах, компрессорах.
8. В осевых насосах:
 а) * Поток жидкости параллелен оси вращения лопастного колеса.
 б) Поток жидкости перпендикулярен оси вращения лопастного колеса.
9. Что определяет теорема Жуковского?
 а) Давление среды на выходе с рабочего колеса.
 б) Относительную скорость набегающего потока.
 в) * Подъёмную силу лопасти.
10. Каким способом выполняется регулирование параметров центробежных 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.
11. Отметьте наиболее эффективные способы регулирования параметров осевых машин.
 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.
12. 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.
13. 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.
14. Как ведёт себя мощность при увеличении расхода у вихревого насоса?
 а) * Увеличивается.
 б) Почти не изменяется.
 в) Уменьшается.
15. От чего зависит подача поршневого насоса?
 а) * От размеров рабочего цилиндра.
 б) * От числа ходов поршня.

- в) * От частоты вращения вала насоса.
 - г) * От количества цилиндров.
 - д) От типа перекачиваемой жидкости.
16. Отметьте основные методы борьбы с пульсацией подачи поршневых насосов.
- а) * Использование нескольких поршней.
 - б) С* двиг по фазе работы поршней.
 - в) Применение кавитационно-устойчивых материалов.
 - г) Дифференциальные схемы включения.
 - д) * Использование гидроаккумуляторов (воздушный колпак и др.).
17. Какими способами регулируют подачу поршневого насоса?
- а) Дросселированием.
 - б) * Регулированием длины хода поршня.
 - в) * Изменением частоты вращения приводного двигателя или переменной отношения передаточных устройств, включённых между двигателем и насосом.
- 18 Как изменяется мощность шестерённого насоса при увеличении подачи?
- а) * Увеличивается.
 - б) Уменьшается.
 - в) Практически не изменяется.
19. Почему затруднительно получить высокое давление в одной ступени лопастного компрессора?
- а) Из-за недостаточного соотношения прочности используемых материалов и КПД процесса.
 - б) * Из-за чрезмерного повышения температуры в конце сжатия.
 - в) Из-за невозможности достаточно интенсивного охлаждения.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

- 1.Классификация нагнетателей по конструктивным особенностям и по принципу действия.
- 2.Что такое напор насоса? Как он связан с давлением насоса и с другими величинами?
- 3.Что такое объёмная подача насоса, вентилятора или компрессора?
- 4.Что такое массовая подача насоса, вентилятора или компрессора?
- 5.Кинематика частицы жидкости в колесе радиального и осевого нагнетателя.
- 6.Формулы для расчета производительности разных типов нагнетателей.
- 7.Теория течения в жидкости в межлопастных каналах, подводах и отводах центробежного насоса.
- 8.Уравнение Л. Эйлера (вывод). Коэффициенты давления и закрутки.
- 9.Уравнение Эйлера в теории работы центробежных насосов и вентиляторов.
10. Статическое давление, динамическое давление, полное давление.
11. Почему динамическое давление называют также скоростным?
12. Теоретический и действительный напоры, развиваемые рабочим колесом центробежного насоса.
13. Уравнения энергии потока в рабочем колесе центробежного насоса.
14. Угол установки лопатки радиального нагнетателя на выходе из колеса и его влияние на развиваемое давление (статическое и динамическое).
15. Угол установки лопатки радиального нагнетателя на входе в колесо и его влияние на развиваемое давление. Безударный вход.
16. Характеристики лопастных нагнетателей (радиальных и осевых) при постоянном и переменном числе оборотов.
17. Формулы для пересчета параметров лопастных нагнетателей при изменении размеров рабочего колеса.

18. Формулы для пересчета параметров лопастных нагнетателей при изменении числа оборотов рабочего колеса и объемной массы перемещаемой жидкости.
19. Как рассчитать геометрическую высоту всасывания насоса?
20. Как изменятся подача, давление, мощность при увеличении частоты вращения рабочего колеса?
21. Что такое удельная мощность и удельная полезная мощность насоса? От чего зависят эти величины?
22. Условия реализации установившегося режима совместной работы насоса и трубопроводной системы (сети).
23. Объемный КПД насоса, механический КПД насоса, гидравлический КПД насоса
24. От чего зависит коэффициент полезного действия насоса и как можно повышать его?
25. Подобие центробежных насосов и вентиляторов, формулы пропорциональности.
26. Пересчёт характеристик при изменении частоты вращения рабочего колеса и вязкости среды в центробежном вентиляторе.
27. Упрощённый расчёт размеров и формы рабочего колеса центробежного насоса малой быстроходности.
28. Способы регулирования рабочих параметров центробежных вентиляторов.
29. Параллельное и последовательное соединения центробежных насосов.
30. Конструкции промышленных центробежных насосов и влияние их конструктивных особенностей на параметры работы машины.
31. Виды и конструктивные схемы радиальных насосов. Назначение различных видов насосов.
32. Область применения, классификация, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов радиальных нагнетателей.
33. Область применения, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов осевых нагнетателей.
34. Область применения, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов вихревых нагнетателей.
35. Область применения, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов диаметральных нагнетателей.
36. Область применения, классификация, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов поршневых нагнетателей.
37. Область применения, классификация, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов струйных нагнетателей.
38. Область применения, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов ротационных (пластинчатых) нагнетателей.
39. Область применения, принцип действия, конструктивная схема и назначение основных элементов шестеренных и винтовых нагнетателей.
40. Устройство и эксплуатация насосных установок и насосного оборудования тепловых и атомных электростанций.
41. Центробежные вентиляторы. Их конструкция, характеристики, регулирование и области применения.
42. Давление, развиваемое центробежным вентилятором, его подача, мощность, коэффициент полного давления и коэффициент полезного действия.
43. Осевые насосы и вентиляторы, их конструкции, решётка профилей, основные уравнения, напор, потери энергии, коэффициент полезного действия,
44. Типы вентиляторов. Классификация их по конструктивным особенностям. Вентиляторы с поворотным кожухом.
45. Особенности устройства вентиляторов для перемещения агрессивных,

взрыво- и пожароопасных газов.

46. Характеристики, регулирование подачи, расчёт осевых насосов и вентиляторов.
47. Конструктивные типы роторных насосов, их рабочие характеристики, мощность, коэффициент полезного действия, неравномерность подачи, регулирование подачи и области применения.
48. Вихревые насосы, способ их действия, основы теории, реальные характеристики, уравнивание сил, действующих на колесо, область применения.
49. Центробежно-вихревые, водокольцевые, струйные насосы, их конструкции, рабочие характеристики, мощность, коэффициент полезного действия, регулирование подачи.
50. Компрессорные машины, их теоретическое описание, термодинамика компрессорного процесса, охлаждение, ступенчатое сжатие, число ступеней, промежуточное давление.
51. Характеристики лопастных компрессоров, их пересчёт, регулирование.
52. Центробежные, осевые, поршневые, роторные компрессоры, их конструкции, ступени, рабочие характеристики, мощность, коэффициент полезного действия, регулирование подачи, расчёты, области применения.
53. Направляющие аппараты. Их виды и влияние на работу лопастных нагнетателей.
54. Устойчивость работы лопастных нагнетателей. Помпаж.
55. Методы управления работой нагнетателей путем воздействия на сеть и способы их реализации.
56. Методы управления работой нагнетателей путем воздействия на нагнетатель и способы их реализации.
57. Параметры совместной работ нагнетателя и сети. Анализ совместной работы нагнетателя и сети.
58. Неустойчивость работы, помпаж центробежного нагнетателя.
59. Явление кавитации. Причины и последствия возникновения. Как определяется допустимая высота всасывания насосов?
60. Причины возникновения осевого усилия у радиальных нагнетателей и меры борьбы с ним.
61. Шум нагнетателей. Параметры шума. Методы снижения уровня шума нагнетателей.
62. Вибрация нагнетателей. Причины возникновения. Методы снижения уровня вибрации нагнетателей.
63. Правила выбора нагнетателей и требования нормативных документов, которые необходимо соблюдать при выборе нагнетателей.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен 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. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в дисциплину	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
2	Динамические нагнетательные машины	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
3	Объёмные поршневые и роторные насосы	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
4	Вентиляторы.	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
5	Компрессоры в холодильной технике систем кондиционирования воздуха (СКВ)	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
6	Конструктивные особенности нагнетательных машин. Роль и сфера применения нагнетательных машин в системах жизнеобеспечения	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
7	Система «нагнетатель–сеть». Основные параметры, характеризующие нагнетательную машину и её работу в сети.	ПК1, ПК-2, ПК-3, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
8	Подбор нагнетательного оборудования. Расчёт рабочих режимов. Способы регулирования, частотно-регулируемые приводы.	ПК1, ПК-2, ПК-3, ПК-10	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
9	Правила безопасной эксплуатации насосов, вентиляторов и компрессоров. Условия устойчивой работы	ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-10	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 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

Основная литература:

1.Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебник для теплоэнергетических специальностей ВУЗов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1984. – 416 с., ил.

2.Дячек, П. И., Насосы, вентиляторы и компрессоры: учебно-методическое пособие для студентов заочной формы обучения специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» / П. И. Дячек. – Минск: БНТУ, 2022. – 54 с.

3.Шелегов, А. С. Насосное оборудование АЭС [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. – М.: НИЯУ МИФИ, 2011. – 348 с.

4.Шелегов, А.С. Насосное оборудование АЭС [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2011. – Режим доступа:

http://library.mephi.ru/pdfunnel.php?Z21FAMILY=%D0%9D%D0%B0%D0%B1%D0%B8%D0%B5%D0%B2%D0%B0&Z21ID=2012092426&PATH=book-mephi%2FShelegov_Nasosnoe_oborudovanie_AES_2011.pdf

5.Моргунов, К. П. Насосы и насосные станции: учебное пособие для вузов / К. П. Моргунов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-6826-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152484>

6.Кузнецов, Ю. В. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учебное пособие / Ю. В. Кузнецов, А. Г. Никифоров. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-5144-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/143248>

7.Толстых, А. В. Насосы, вентиляторы и компрессоры: учебное пособие / А. В. Толстых, Ю. Н. Дорошенко, В. В. Пенявский. — Томск: ТГАСУ, 2018. — 160 с. — ISBN 978-5-93057-836-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138990>

Дополнительная литература:

1. Перевошиков, С. И. Конструкция центробежных насосов (общие сведения) : учебное пособие / С. И. Перевошиков. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. — 228 с. — ISBN 978-5-9961-0761-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/55442>

2. Якубенко, И. А. Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС [Текст]: учеб. пособие для вузов / И. А. Якубенко, М. Э. Пинчук. - Москва: НИЯУ МИФИ, 2013. - 288 с.

3. Насосы, вентиляторы, компрессоры: лабораторный практикум для студентов дневной и заочной формы обучения специальности 1-70 04 02 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» / П. И. Дячек, А. Э. Захаревич. – Минск: БНТУ, 2013. – 59 с.

4. Безопасность при эксплуатации атомных станций [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / ред.: Н. Н. Давиденко. - Москва: МИФИ, 2007. – Режим доступа: http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=pdf&P21DBN=BOOK&path=book-mephi/Davidenko_Bezopasnost_pri_ekspluatacii_atomnyh_2007&page=1&Z21ID=1918195761955910305932

5. Насосы. Термины и определения: ГОСТ 17398.

6. Насосы динамические. Ряд основных параметров: ГОСТ 27854.

7. Насосы динамические. Методы испытаний: ГОСТ 6134.

8. Насосы центробежные консольные для воды. Основные параметры и размеры. Требования безопасности. Методы контроля: ГОСТ 22247. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний: ГОСТ 12.3.018.

9. Насосы осевые. Общие технические условия: ГОСТ 9366.

10. Вентиляторы радиальные общего назначения. Общие технические условия: ГОСТ 5976.

11. Вентиляторы общего назначения. Методы определения шумовых характеристик: ГОСТ 12.2028.

12. Вентиляторы радиальные и осевые. Методы аэродинамических испытаний: ГОСТ 10921.

13. Правила устройства, монтажа и безопасной эксплуатации взрывозащищенных вентиляторов (ПУМБЭВВ).

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:

Лицензионное ПО: LibreOffice

Информационная справочная система

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

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

<http://docs> – нормативная документация

<http://www.gostrf.com/> типовые проекты

Технический форум Адрес ресурса: <https://www.tehnari.ru/>

Корпорация Росатом Адрес ресурса: https://vk.com/academy_rosatom

<https://www.youtube.com/channel/UC63TKNKUkZoI-svs0E1OWXQM>

Телеграмм Корпорации Росатом Адрес ресурса: <https://t.me/s/academyrosatom>

Виртуальное путешествие Росатом для студентов Адрес ресурса:
<https://rosatomtalents.team/students>

1. Сайт Российского фонда фундаментальных исследований:
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/>
2. Официальный сайт ОАО «Концерн Росэнергоатом»:
www.rosenergoatom.ru
3. Портал по атомной энергетике: <http://atomic-energy.ru/>
4. Сайт РОСПАТЕНТА: <http://www1.fips.ru/>
5. Справочно-поисковая система «КонсультантПлюс»:
<http://www.consultant.ru/>
6. Сборник нормативных документов «Норма CS»: <http://normacs.ru/>
7. Комплекс программ автоматизированного расчёта и проектирования машин АРМ «Win Machine».
8. Программный комплекс «Компас 3D». Обучающие материалы «Компас 3D». <https://kompas.ru/publications/video/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Основу материально-технического обеспечения практики составляют:

- оборудование кафедры «Жилищно-коммунального хозяйства» 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.;

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

- для обеспечения практических занятий используются компьютеры (9 шт.) на базе Pentium-630 со специализированным программным обеспечением, плоттер, принтер (ауд. 1223).

Для самостоятельной работы студентов предусмотрены:

- читальный зал библиотеки ФГБОУ ВО «ВГТУ» с 30 компьютерами, имеющими выход в сеть Интернета и доступ к электронно-библиотечной системе.

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

По дисциплине «Насосы, вентиляторы, компрессоры» 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 насосов, вентиляторов и компрессоров. 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 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