

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
Факультет авиационной и морской техники  
\_\_\_\_\_ Красильникова О.А.  
«17» \_\_\_\_\_ 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Судовое вспомогательное энергетическое оборудование»

Направление подготовки	26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры
Направленность (профиль) образовательной программы	Судовые энергетические установки
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3, 4	5, 6, 7	9

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен, Курсовая работа, Зачет с оценкой	Кафедра «Тепловые энергетические установки»

Разработчик рабочей программы:

Доцент, Доцент, Кандидат технических наук

 Попов А.Ю

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий кафедрой

Кафедра «Тепловые энергетические установки»

 Смирнов А.В.

## 1 Введение

Рабочая программа и фонд оценочных средств дисциплины «Судовое вспомогательное энергетическое оборудование» составлены в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Минобрнауки Российской Федерации, и основной профессиональной образовательной программы подготовки «Судовые энергетические установки» по направлению подготовки «26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры».

<p>Задачи дисциплины</p>	<p>состоят в формировании: знаний об устройстве, основах расчета и проектирования судовых гидравлических машин, компрессоров, холодильных, кондиционерных и опреснительных установок, их характеристик и методов испытаний; умений производить инженерные расчеты и выполнять подбор гидравлических машин, компрессоров, холодильных и опреснительных установок, кондиционеров с учетом специфики их эксплуатации и Морского Регистра.</p>
<p>Основные разделы / темы дисциплины</p>	<p>Общие сведения о насосах.          Основное уравнение центробежных насосов.          Подобие лопастных насосов.          КПД центробежного насоса. Силы, действующие на ротор насоса.          Кавитация и допустимая высота всасывания центробежного насоса.          Вихревые насосы. Осевые насосы.          Характеристики и регулирование лопастных насосов.          Судовые вентиляторы.          Выбор насосов для судовых систем.          Основы расчета и испытаний центробежных насосов.          Поршневые насосы. Роторные насосы. Струйные насосы.          Гидродинамические передачи.          Общие сведения о судовых компрессорах.          Термодинамические основы теории компрессорных машин.          Поршневые компрессоры. Роторные компрессоры. Центробежные компрессоры. Осевые компрессоры.          Характеристики и регулирование лопастных компрессоров.          Основы расчета судовых теплообменных аппаратов.          Конденсационные установки.          Вспомогательные механизмы КУ.          Судовые опреснительные установки.          Общие сведения о судовых холодильных машинах.          Парокомпрессорные холодильные машины.          Теплоиспользующие холодильные машины.          Установки кондиционирования воздуха.</p>

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины «Судовое вспомогательное энергетическое оборудование» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 1):

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен использовать в практической деятельности знания в области назначения, конструкции, характеристик и принципа действия главного и вспомогательного энергетического оборудования и обслуживающих его систем	ПК-1.1 Знает назначение, конструкции, характеристики и принципа действия главного и вспомогательного энергетического оборудования и обслуживающих его систем ПК-1.2 Умеет идентифицировать главное и вспомогательное энергетическое оборудование и обслуживающие его системы ПК-1.3 Владеет навыками описания конструкции и принципа действия главного и вспомогательного энергетического оборудования	Освоены принципы проведения инженерных расчетов и подбора элементов главного и вспомогательного энергетического оборудования и обслуживающих его систем

### 3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Судовое вспомогательное энергетическое оборудование» изучается на 3, 4 курсе, 5, 6, 7 семестре.

Дисциплина входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Судовое вспомогательное энергетическое оборудование», будут востребованы при изучении последующих дисциплин: «Судовые двигатели внутреннего сгорания», «Судовые электроэнергетические комплексы», «Судовые турбины», «Судовые энергетические установки», «Судовые парогенераторы и атомные реакторы», «Автоматизация судовых энергетических установок», «Учебная практика (ознакомительная практика)».

Дисциплина «Судовое вспомогательное энергетическое оборудование» в рамках воспитательной работы направлена на формирование у обучающихся умения аргументировать, самостоятельно мыслить, развивает творчество, профессиональные умения и творчески развитой личности, системы осознанных знаний, ответственности за выполнение учебно-производственных заданий и т.д.

**4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 9 з.е., 324 акад. час.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	324
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	24
<b>В том числе:</b>	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	10
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	14
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	288
Промежуточная аттестация обучающихся – Экзамен, Курсовая работа, Зачет с оценкой	12

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебной работы**

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			СРС
	Контактная работа преподавателя с обучающимися			
	Лекции	Семинарские (практические занятия)	Лабораторные занятия	
Общие сведения о насосах: Основные параметры насоса. Судовая гидравлическая система и её параметры. Рабочий режим насосной установки. Классификация насосов. Требования, предъявляемые к судовым насосам.	1	–	–	4
Основное уравнение центробежных насосов: Устройство и принцип действия центробежного насоса. Действительный напор рабочего колеса. Влияние угла установки лопасти на выходе из рабочего колеса на напор насоса. Течение жидкости в межлопастных каналах рабочего колеса.	1	1	–	4
Подобие лопастных насосов: Критерии подобия потока жидкости в рабочем колесе. Уравнения подобия. Коэффициент быстроходности. Классификация лопастных насосов и рабочих колес по коэффициенту быстроходности.	1	1	–	4
КПД центробежного насоса. Силы, действующие на ротор насоса: Потери в центробежных насосах. КПД насоса и его зависимость от коэффициента быстроходности. Силы, действующие на ротор насоса. Способы уравнивания осевой силы. Конструкции центробежных насосов.	1	1	–	4
Кавитация и допустимая высота всасывания центробежного насоса: Особенности кавитации в центробежных насосах. Кавитационный запас. Допустимая высота всасывания. Кавитационные коэффициенты подобия. Классификация рабочих колес по коэффициенту Руднева. Способы предотвращения кавитации.	1	1	–	5
Вихревые и центробежно-вихревые насосы: Конструктивная схема и принцип действия вихревого насоса. Параметры, характеристики и область применения. Центробежно-вихревые насосы.	1	–	–	5

<b>ИТОГО в 5-м семестре</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>–</b>	<b>26</b>
<b>Осевые насосы:</b> Конструктивная схема и принцип действия. Кинематика потока в насосе. Теорема Жуковского о подъемной силе. Основы расчета осевого насоса. Конструкция насоса.	1	–	–	4
<b>Характеристики и регулирование лопастных насосов:</b> Теоретическая и действительная напорные характеристики. Рабочая, универсальные и относительные характеристики. Поле насоса. Устойчивость работы лопастных машин в системе. Помпаж насоса Регулирование подачи. Совместная работа насосов и оценка её экономичности.	1	1	–	4
<b>Судовые вентиляторы:</b> Общие сведения. Конструктивные схемы и расчет основных размеров центробежных вентиляторов. Конструктивные особенности осевых вентиляторов, Характеристики и регулирование вентиляторов.	1	–	2	4
<b>Выбор насосов для судовых систем:</b> Питательные, конденсатные, циркуляционные и охлаждающие насосы. Условия работы насосов в системах СЭУ. Определение параметров насосов по заданному расходу и напору системы. Подбор насосов и приводов к ним.	1	1	–	4
<b>Основы расчета и испытаний лопастных насосов:</b> Методы проектирования лопастных насосов. Расчет центробежного насоса по методу струйной теории. Цель и задачи испытаний. Типы испытательных стендов и особенности их схем. Методика испытаний и обработки результатов.	–	–	–	4
<b>Поршневые насосы:</b> Конструктивная схема и принцип действия. Подача насоса и её неравномерность. Индикаторная диаграмма, мощность, КПД и высота всасывания насоса. Расчет основных размеров насоса. Характеристики и регулирование подачи. Конструкции насоса. Плунжерные насосы.	–	–	–	4
<b>Роторные насосы:</b> Шестеренные, винтовые, пластинчатые, водокольцевые и роторно-поршневые насосы: конструктивные схемы и принцип действия, параметры, характеристики, регулирование и конструкции насосов.	–	–	2	4
<b>Струйные насосы:</b> Конструктивная схема, принцип действия и область использования струйного насоса (водяного эжектора). Параметры, характеристики и основы расчета.	–	–	–	4
<b>Гидродинамические передачи:</b>	–	–	–	4

Общие сведения. Гидродинамические муфты и гидродинамические трансформаторы: конструктивные схемы, параметры и характеристики.				
Общие сведения о судовых компрессорах: Основные понятия и определения. Классификация компрессоров. Основные параметры. Области применения компрессорных машин на судах. Требования, предъявляемые к компрессорам.	–	–	–	4
Термодинамические основы теории компрессорных машин: Рабочий процесс. Основные уравнения энергообмена. Процессы в идеальном и действительном компрессоре. Многоступенчатое сжатие. Сверхзвуковые компрессоры.	–	–	–	4
Поршневые компрессоры: Конструктивная схема и принцип действия. Рабочий процесс поршневого компрессора. Индикаторная диаграмма. Технические показатели. Мощность привода и выбор компрессора. Характеристики и регулирование. Основы расчета поршневого компрессора.	–	–	–	4
Роторные компрессоры: Винтовые, пластинчатые и водокольцевые компрессоры: конструктивные схемы, принцип действия, параметры, характеристики и особенности расчета.	–	–	–	4
Центробежные компрессоры: Конструктивная схема и принцип действия. Рабочий процесс поршневого компрессора. Индикаторная диаграмма. Технические показатели. Мощность привода и выбор компрессора. Характеристики и регулирование. Основы расчета поршневого компрессора.	–	–	–	4
Выполнение отчета и подготовка к защите РГР	–	–	–	34
<b>ИТОГО в 6-м семестре</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>90</b>
Осевые компрессоры: Конструктивная схема и принцип действия. Рабочий процесс. Особенности течения газа в осевом компрессоре. Параметры и технико-экономические показатели. Основы газодинамического расчета. Конструкции осевых компрессоров.	–	–	–	10
Характеристики и регулирование лопастных компрессоров: Неустойчивые режимы работы. Работа на сеть. Универсальная характеристика. Основные способы регулирования центробежных и осевых компрессоров.	–	–	–	10
Основы расчета судовых теплообменных аппаратов:	–	2	–	10



Классификация по назначению судовых теплообменных аппаратов. Основные уравнения и энергетическая эффективность ТА. Методика расчета кожухо-трубного ТА. Подогреватели питательной воды и деаэраторы ПТУ. Особенности их расчета.				
Конденсационные установки: Схема и состав конденсационной установки. Типы конденсаторов. Особенности теплоотдачи при конденсации пара в поверхностных конденсаторах. Определение параметров конденсатора. Основы теплового расчета поверхностного конденсатора.	–	–	–	10
Вспомогательные механизмы КУ: Воздухоудаляющие устройства. Выбор и расчет параметров пароструйных эжекторов и вакуумных насосов.	–	–	–	10
Судовые опреснительные установки: Показатели качества пресной и питательной воды. Методы опреснения. Типы СОУ и процессы, происходящие в них. Технические показатели и их расчет. Определение необходимой производительности и выбор СОУ.	–	–	–	10
Общие сведения о судовых холодильных машинах: Классификация ХМ. Физические основы получения низких температур. Хладагенты и их свойства.	–	–	–	10
Парокомпрессорные холодильные машины: Схемы и циклы парокомпрессорных ХМ. Экономичность и расчет цикла ПКХМ. Конструкции ХМ.	–	–	–	10
Теплоиспользующие холодильные машины: Пароэжекторные и абсорбционные ХМ. Основные принципы выбора ХМ. Тепловые насосы: определение, циклы.	–	–	–	10
Установки кондиционирования воздуха: Физические основы тепловлажностной обработки воздуха. Рабочие циклы кондиционирования воздуха и основные принципы выбора судовых систем. Расчет теплотреблений в судовых помещениях.	–	2	–	10
Выполнение отчета и подготовка к защите КР	–	–	–	72
<b>ИТОГО в 7-м семестре</b>	–	<b>4</b>	–	<b>172</b>
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>288</b>

## 6 Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

При планировании самостоятельной работы студенту рекомендуется руководствоваться следующим распределением часов на самостоятельную работу (таблица 4):

Таблица 4 – Рекомендуемое распределение часов на самостоятельную работу

Компоненты самостоятельной работы	Количество часов
Изучение теоретических разделов дисциплины	182
Выполнение отчета и подготовка к защите РГР	34
Выполнение отчета и подготовка к защите КР	72
<b>ИТОГО</b>	<b>288</b>

## 7 Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации представлен в Приложении 1.

Полный комплект контрольных заданий или иных материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), практике хранится на кафедре-разработчике в бумажном и электронном виде.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1 Основная литература

1. Артемов, Т. А. Судовые энергетические установки /Т. А. Артемов, В. П. Волошин, Ю. В. Захаров, А. Я. Шквар. – Ленинград : Судостроение, 1987. – 480 с.
2. Кузнецов, В. В. Судовые турбомашин. Основы теории судовых турбомашин : учебное пособие / В. В. Кузнецов, Е. В. Польский. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 176 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1134556>. – Режим доступа: по подписке.
3. Бабич, А.В. Судовые насосы и вентиляторы : конспект лекций / А.В. Бабич. — Москва : Альтаир МГАВТ, 2019. — 32 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1033825>. – Режим доступа: по подписке.
4. Епифанов, В. С. Судовые двигатели внутреннего сгорания : методические рекомендации по выполнению курсового проекта / С. В. Епифанов. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2014. - 84 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/522645>. – Режим доступа: по подписке.
5. Ширшов, М. М. Судовые энергетические установки и их эксплуатация : учебный справочник / М. М. Ширшов. - Москва : МГАВТ, 2006. - 25 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/401202>. – Режим доступа: по подписке.
6. Кирюхин, А. Л. Судовые газотурбинные установки : учебное пособие / А.Л. Кирюхин. — Москва : ИНФРА-М, 2022. – 256 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816772>. – Режим доступа: по подписке.
7. Кирпиченков, С. В. Судовые вспомогательные механизмы и системы. Специальные системы танкеров : учебное пособие / С. В. Кирпиченков, А. В. Бабич. - Москва : МГАВТ, 2004. - 60 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/401134>. – Режим доступа: по подписке.
8. Зябров, В. А. Энергетические установки судов различных типов и назначения: методические рекомендации для выполнения лабораторных работ / В. А. Зябров, Д. А. Попов, В. С. Епифанов. — Москва : МГАВТ, 2020. - 73 с. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/1057310>. – Режим доступа: по подписке.

9. Косыгин, И.А. Судовые вспомогательные системы и механизмы / И.А. Косыгин, О.А. Тюрина. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2015 - 80 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/522702>. – Режим доступа: по подписке.

## 8.2 Дополнительная литература

1. Артемов, Г. А. Системы судовых энергетических установок / Г. А. Артемов, В. П. Волошин, А. Я. Шквар, В. П. Шостак. — Ленинград : Судостроение, 1980. – 320 с.

2. Бабич, А. В. Общесудовые и специальные системы нефтеналивных судов : конспект лекций / А. В. Бабич. – Москва : Альтаир МГАВТ, 2019. – 60 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1033823>. – Режим доступа: по подписке.

3. Мокеров, Л.Ф. Энергетические установки судов : методические рекомендации по выполнению лабораторных и практических работ / Л. Ф. Мокеров. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2019. - 70 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1057312>. – Режим доступа: по подписке.

4. Бабич, А. В. Специальные системы нефтеналивных судов : курс лекций / А. В. Бабич. - Москва : МГАВТ, 2020. - 32 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1159058>. – Режим доступа: по подписке.

5. Сундуков, И. А. Судовые холодильно-компрессорные машины. Системы кондиционирования воздуха на судах : учебно-методическое пособие / И. А. Сундуков. - Москва : МГАВТ, 2004. - 88 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/403808>. – Режим доступа: по подписке.

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

1. Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM. Договор ЕП 44 № 003/10 эбс ИКЗ 191272700076927030100100120016311000 от 17 апреля 2019 г.

2. Электронно-библиотечная система IPRbooks. Лицензионный договор № ЕП44 № 001/9 на предоставление доступа к электронно-библиотечной системе IPRbooks ИКЗ 191272700076927030100100090016311000 от 27 марта 2019 г.

3. Электронно-библиотечная система eLIBRARY.RU. Договор № ЕП 44 № 004/13 на оказание услуг доступа к электронным изданиям ИКЗ 91272700076927030100100150016311000 от 15 апреля 2019 г.

4. Информационно-справочные системы «Кодекс»/ «Техэксперт». Соглашение о сотрудничестве № 25/19 от 31 мая 2019 г.

## 8.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Ивашов, А. Форум проекта SMATH [Электронный ресурс] / А. Ивашов. – Режим доступа: <http://ru.smath.info/forum/>;

2. Термодинамические свойства воды и водяного пара [Электронный ресурс] / IAPWS Industrial Formulation 1997. – Режим доступа: <http://www.iapws.org/relguide/IF97-Rev.pdf>;

3. Белл, Ян. Интерфейс взаимодействия функций CoolProp [Электронный ресурс] / Ian H. Bell and the CoolProp Team. – Режим доступа: <http://www.coolprop.org/coolprop/HighLevelAPI.html>;

4. Белл, Ян. Свойства влажного воздуха [Электронный ресурс] / Ian H. Bell and the

CoolProp Team. – Режим доступа: [http://www.coolprop.org/fluid\\_properties/HumidAir.html](http://www.coolprop.org/fluid_properties/HumidAir.html).

## 8.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Таблица 7 – Перечень используемого программного обеспечения

Наименование ПО	Реквизиты / условия использования
OpenOffice	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://www.openoffice.org/license.html">https://www.openoffice.org/license.html</a>
SMath Studio	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://ru.smath.info">https://ru.smath.info</a>
CoolProp Wrapper (дополнение к SMath Studio)	Свободная лицензия, условия использования по ссылке: <a href="https://ru.smath.info/обзор/CoolProp">https://ru.smath.info/обзор/CoolProp</a>

## 9 Организационно-педагогические условия

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) - русский. Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

При формировании своей индивидуальной образовательной траектории обучающийся имеет право на перезачет соответствующих дисциплин и профессиональных модулей, освоенных в процессе предшествующего обучения, который освобождает обучающегося от необходимости их повторного освоения.

### 9.1 Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании курса основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде широкого применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде.

### 9.2 Занятия лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов учебного плана.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс должен давать наибольший объем информации и обеспечивать более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется большинству студентов на самостоятельное изучение материала.

### 9.3 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы.

Основной формой проведения семинаров является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса.

Активность на семинарских занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение проектных и иных заданий;
- ассистирование преподавателю в проведении занятий.

Ответ должен быть аргументированным, развернутым, не односложным, содержать ссылки на источники.

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание заданий, выполненных на семинарском занятии, входит в накопленную оценку.

#### **9.4 Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа студентов – это процесс активного, целенаправленного приобретения студентом новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную и справочную документацию, специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности студентов, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, творческой инициативы, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений и академических навыков.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов в зависимости от цели, объема, уровня сложности, конкретной тематики.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов университета.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов может проходить в письменной, устной или смешанной форме.

Студенты должны подходить к самостоятельной работе как к наиважнейшему средству закрепления и развития теоретических знаний, выработке единства взглядов на отдельные вопросы курса, приобретения определенных навыков и использования профессиональной литературы.

#### **9.5 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- просматривать основные определения и факты;
- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- изучить рекомендованную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
- самостоятельно выполнять задания, аналогичные предлагаемым на занятиях;
- использовать для самопроверки материалы фонда оценочных средств.

## **10 Описание материально-технического обеспечения, необходимого для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **10.1 Учебно-лабораторное оборудование**

Не требуется.

### **10.2 Технические и электронные средства обучения**

При проведении занятий используется аудитория, оборудованная проектором (стационарным или переносным) для отображения презентаций. Кроме того, при проведении лекций и практических занятий необходим компьютер с установленным на нем браузером и программным обеспечением для демонстрации презентаций.

## **11 Иные сведения**

### **Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах. Предполагаются специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Профессорско-педагогический состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания тьюторами, психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. N АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в раз-

личных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования). Материально-техническое обеспечение предусматривает приспособление аудиторий к нуждам лиц с ОВЗ.

Форма проведения аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей. Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);

- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);

- выбором ответа из возможных вариантов с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);

- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### по дисциплине

#### «Судовое вспомогательное энергетическое оборудование»

Направление подготовки	26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры
Направленность (профиль) образовательной программы	Судовые энергетические установки
Квалификация выпускника	Бакалавр
Год начала подготовки (по учебному плану)	2021
Форма обучения	Заочная форма
Технология обучения	Традиционная

Курс	Семестр	Трудоемкость, з.е.
3, 4	5, 6, 7	9

Вид промежуточной аттестации	Обеспечивающее подразделение
Экзамен, Курсовая работа, Зачет с оценкой	Кафедра «Тепловые энергетические установки»



## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Профессиональные</b>		
ПК-1 Способен использовать в практической деятельности знания в области назначения, конструкции, характеристик и принципа действия главного и вспомогательного энергетического оборудования и обслуживающих его систем	<p>ПК-1.1 Знает назначение, конструкции, характеристики и принципа действия главного и вспомогательного энергетического оборудования и обслуживающих его систем</p> <p>ПК-1.2 Умеет идентифицировать главное и вспомогательное энергетическое оборудование и обслуживающие его системы</p> <p>ПК-1.3 Владеет навыками описания конструкции и принципа действия главного и вспомогательного энергетического оборудования</p>	Освоены принципы проведения инженерных расчетов и подбора элементов главного и вспомогательного энергетического оборудования и обслуживающих его систем

Таблица 2 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Формируемая компетенция	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Все разделы	ПК-1	Конспект лекций	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимальный объем текста (не более одной трети оригинала);</li> <li>- логическое построение и связность текста;</li> <li>- полнота/ глубина изложения материала (наличие ключевых положений, мыслей);</li> <li>- визуализация информации как результат ее обработки (таблицы, схемы, рисунки);</li> <li>- оформление (аккуратность, соблюдение структуры оригинала).</li> </ul>
		Задания практических занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность анализировать и обобщать информацию;</li> <li>- способность синтезировать новую информацию;</li> <li>- способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.</li> </ul>
		Отчеты лабораторных	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способность анализировать и обобщать информацию;</li> </ul>

		работ	- способность синтезировать новую информацию; - способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения; установление причинно-следственных связей, выявление закономерности.
		Расчетно-графическая работа	<i>Содержание работы:</i> - понимание методик расчетов и навык их применения; - полнота выполнения задания; - качество выполнения расчетов; - достаточность пояснений. <i>Качество оформления:</i> - степень соответствия оформления реферата РД 013-2016. <i>Защита РГР:</i> - соответствие ответов поставленным вопросам; - владение материалом.
		Экзамен	- глубина знаний теоретических вопросов билета; - глубина знаний дополнительных вопросов; - логика рассуждений.
		Курсовая работа	<i>Содержание работы:</i> - понимание методик расчетов и навык их применения; - полнота выполнения задания; - качество выполнения расчетов; - достаточность пояснений. <i>Качество оформления:</i> - степень соответствия оформления РД 013-2016. <i>Защита КР:</i> - соответствие ответов поставленным вопросам; - владение материалом.

**2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций**

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 3).

Таблица 3 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<b>6 семестр</b> <b>Промежуточная аттестация в форме «Экзамен»</b>			
Конспект лекций	В течение семестра	30 баллов	30 баллов - студент полностью подготовил конспект лекций. Аккуратно оформлено графическая и текстовые части конспекта. 24 балла – студент полностью подготовил конспект лекций. Есть замечания к оформлению графической и текстовой частям конспекта. 18 баллов – Конспект не полный (отсутствуют не более 1 лекции). Небрежное оформление конспекта. 12 баллов– В конспекте отсутствуют 2 лекции. Небрежное оформление конспекта. 0 баллов – отсутствует более 2-х лекций.
Задачи практических занятий	В течение семестра	40 баллов	40 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями. 30 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям 20 баллов - студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты. 0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.
Лабораторные работы	В течение семестра	50 баллов	50 баллов - задание выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно

			<p>ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>40 баллов - задание выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</p> <p>30 баллов - студент правильно выполнил задание. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты.</p> <p>0 баллов - студент не выполнил все задания и не может объяснить полученные результаты.</p>
Расчетно-графическая работа	Последняя неделя	40 баллов	<p>40 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, РГР оформлена аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>30 баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.</p> <p>20 баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления РГР имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, не способен пояснить полученный результат.</p>
<b>Текущий контроль:</b>		<b>160 баллов</b>	
Экзамен	На экзаменационной сессии	50 баллов	50 баллов - Студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все

			<p>дополнительные вопросы.</p> <p>40 баллов - Студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>25 баллов - Студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p> <p>0 баллов - При ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</p>
--	--	--	---

**ИТОГО:****210 баллов****Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:**

0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);

65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);

75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);

85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
7 семестр <b>Промежуточная аттестация в форме «Зачет с оценкой»</b>			
Задачи практических занятий	В течение семестра	40 баллов	<p>40 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>30 баллов - задание по работе выполнено в полном объеме. Студент ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</p>

			20 баллов - студент правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Студент не может полностью объяснить полученные результаты. 0 баллов - студент не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.
<b>ИТОГО:</b>		<b>40 баллов</b>	

**Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:**

- 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине);  
65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень);  
75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  
85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий (максимальный) уровень)

## 7 семестр

**Промежуточная аттестация в форме «КР»**

По результатам защиты курсового проекта (работы) выставляется оценка по 4-балльной шкале оценивания

- оценка «отлично» выставляется студенту, если в работе содержатся элементы научного творчества и делаются самостоятельные выводы, достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил отличное владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в работе достигнуты все результаты, указанные в задании, качество оформления отчета соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил хорошее владение материалом работы и способность аргументировано отвечать на поставленные вопросы по теме работы;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если в работе достигнуты основные результаты, указанные в задании, качество оформления отчета в основном соответствует установленным в вузе требованиям и при защите студент проявил удовлетворительное владение материалом работы и способность отвечать на большинство поставленных вопросов по теме работы;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если в работе не достигнуты основные результаты, указанные в задании или качество оформления отчета не соответствует установленным в вузе требованиям, или при защите студент проявил неудовлетворительное владение материалом работы и не смог ответить на большинство поставленных вопросов по теме работы.

### 3 Задания для текущего контроля

Совокупность заданий к лабораторным работам, а также, задания на РГР дисциплины «Судовое вспомогательное энергетическое оборудование» сформулирована в методических указаниях:

– общий сетевой ресурс (доступ из локальной компьютерной сети ФЭТМТ)  
 \\1.1.1.30\Shared\\_Судовые энергетические установки\4 курс\СВЭО

#### Пример задач практических занятий

Задача № 1. Определить мощность, потребляемую из сети электродвигателем, непосредственно соединенным с насосом с подачей  $Q = 25 \text{ м}^3/\text{ч}$ , подающим воду на высоту  $H = 45 \text{ м}$ , если сопротивление трубопровода

$P_{\text{т.с.}} = 0,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$ , КПД насоса и электродвигателя соответственно  $\eta = 0,7$ ,  
 $\eta_{\text{эл.}} = 0,95$ .

Задача № 2. Подача центробежного насоса  $Q = 5 \text{ л/с}$ , частота вращения  $n = 5000 \text{ об/мин}$ , диаметр окружности входа воды на лопасти  $D_1 = 60 \text{ мм}$ , ширина лопасти  $b_1 = 20 \text{ мм}$ . Рабочее колесо радиальное. Определить угол установки лопасти на входе  $\beta_1$ , соответствующий безотрывному входу потока в межлопаточные каналы. Толщиной лопаток пренебречь. Считать, что жидкость подводится к колесу без закрутки.

Задача № 3. Определить высоту расположения оси центробежного насоса над свободной поверхностью воды в водоеме при следующих данных: диаметр всасывающей трубы  $d = 0,25 \text{ м}$ , длина трубы  $l = 20 \text{ м}$ , расход воды  $Q = 0,06 \text{ м}^3/\text{с}$ ; давление всасывания  $P_{\text{в}} = 0,4 \cdot 10^5 \text{ Па}$ ; труба имеет приемную сетку  $\xi_{\text{п.с.}} = 6,0$ , одно колено  $\xi_{\text{к}} = 0,4$ , задвижку  $\xi_{\text{з}} = 2,0$ . Принять линейный коэффициент трения  $\lambda = 0,03$ , атмосферное давление  $P_{\text{а}} = 100 \text{ кПа}$ .

Задача № 4. Определить допустимую высоту всасывания  $H_{\text{вс}}^{\text{доп}}$  для начала процесса всасывания, когда основную роль играют силы инерции, а гидравлических потерь нет, и для случая, когда скорость течения воды во всасывающем трубопроводе небольшая, а силы инерции отсутствуют. Поршень, диаметр которого  $D = 100 \text{ мм}$ , делает  $n = 60 \text{ об/мин}$ , совершая ход  $S = 80 \text{ мм}$ . Трубопровод изготовлен из нержавеющей стали с  $d_{\text{в}} = 50 \text{ мм}$  и длиной  $l = 10 \text{ м}$ . Насосом перекачивается вода, температура которой  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Объемными потерями в насосе пренебречь. Нарисовать схему насосной установки с поршневым насосом.

#### Пример расчетно-графического задания

Тема: Определение рабочих параметров, совместно работающих двух центробежных насосов

**Условия задания.** Два одинаковых насоса работают параллельно и подают воду в открытый резервуар из колодца на геодезическую высоту  $H_{\text{г}} = 40 \text{ м}$  по трубопроводу диаметром  $d = 200 \text{ мм}$ , длиной  $l = 6 \text{ м}$  с коэффициентом местных сопротивлений  $\xi = 30$ . Определить рабочую точку (подачу и напор) при совместной работе насосов на сеть. Как изменятся суммарная подача и напор, если частота вращения рабочего колеса и одного из насосов увеличится на 10 %.

Данные для построения напорной характеристики насоса

Q	0	0,2 $Q_0$	0,4 $Q_0$	0,6 $Q_0$	0,8 $Q_0$	1,0 $Q_0$
H	1,0 $H_0$	1,05 $H_0$	1,0 $H_0$	0,88 $H_0$	0,65 $H_0$	0,35 $H_0$

Принять  $Q_0 = 0,05 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $H_0 = 80 \text{ м}$ .

Методические указания.

1) Вывести уравнение характеристики трубопроводной сети.

- 2) На совмещенном графике в одинаковом масштабе построить напорную характеристику насоса и характеристику сети и определить рабочую точку.
- 3) Построить характеристику параллельной работы двух одинаковых насосов и получить новую рабочую точку.
- 4) С помощью уравнений пропорциональности определить новые параметры одного из насосов при увеличении частоты вращения его вала на 10 % и построить новую напорную характеристику одного и двух работающих параллельно насосов. Сделать вывод по заданию.
- 5) Плотность перекачиваемой воды принять равной  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

### **Пример задания на курсовую работу**

Тема: Проектирование центробежного насоса

1. Исходные данные
  - 1) Назначение насоса
  - 2) Подача
  - 3) Напор (давление)
  - 4) Высота всасывания (кавитационный запас)
  - 5) Сопротивление приемного трубопровода
  - 6) Перекачиваемая жидкость
  - 7) Температура жидкости
2. Содержание пояснительной записки
  - 1) Описание роли, места и условий работы проектируемого насоса в составе СЭУ или судовой системы.
  - 2) Гидравлический расчет рабочего колеса центробежного насоса.
  - 3) Гидравлический расчет проточной части корпуса насоса.
  - 4) Гидравлический расчет рабочего колеса на кавитацию.
  - 5) Определение сил, действующих на рабочее колесо.
  - 6) Выбор и обоснование основных конструктивных элементов насоса.
  - 7) Расчет и построение напорных характеристик насоса и сети.
3. Графическая часть проекта
  - 1) Продольный разрез центробежного насоса (1 лист формата A1)
  - 2) Чертеж, схема или графики спец раздела (0,5-1 лист формата A1)

### **Перечень теоретических вопросов, выносимых на экзамен**

#### *Общие сведения о насосах*

1. Подача и напор насоса. Определение, вывод зависимостей и размерности. Полное давление насоса.
2. Потери в насосах, КПД и мощность насоса.
3. Насосная установка и сеть. Уравнения материального и энергетического баланса. Характеристика сети. Рабочий режим насосной установки.

#### *Лопастные насосы*

4. Схема, принцип действия, достоинства, недостатки и примеры применения центробежных насосов в судовых энергетических установках.
5. Течение жидкости в межлопастном канале рабочего колеса. Треугольники скоростей на входе и выходе из рабочего колеса. Подача центробежного насоса.
6. Вывод основного уравнения центробежных насосов
7. Выражение теоретического напора через скорости треугольников скоростей. Что представляют собой слагаемые уравнения. Действительный напор насоса.



8. Коэффициент реакции рабочего колеса. Что он характеризует и как влияет на напор насоса.
9. Уравнения подобия центробежных насосов. Какие практические задачи они позволяют решать?
10. Потери в центробежных насосах. КПД и мощность насоса.
11. Форма и типы лопастей рабочего колеса центробежного насоса. Влияние угла  $\beta_2$  и радиуса рабочего колеса на напор насосов.
12. Коэффициент быстроходности и его влияние на размеры и параметры насоса. Основные размеры рабочего колеса центробежного насоса
13. Сущность явления кавитации в центробежных насосах. Кавитационный запас энергии.
14. Допускаемая геометрическая высота всасывания насоса. Факторы, влияющие на уменьшение  $H_{вс}$ . Вакуумметрическая высота всасывания.
15. Кавитационные коэффициенты. Способы улучшения кавитационных качеств насоса.
16. Принципы возникновения силы осевого давления на рабочее колесо насоса и способы её уравнивания.
17. Напорная и рабочая характеристики центробежных насосов.
18. Способы регулирования работы центробежных насосов. Совместная работа насосов на общую сеть.
19. Основы использования насосной установки с центробежным насосом.
20. Схема, принцип действия и напор осевого насоса.
21. Потери в осевом насосе, КПД, мощность, характеристики и применение в СЭУ.

#### *Вентиляторы*

22. Классификация, принципы действия и применение в СЭУ центробежных вентиляторов.
23. Напор, коэффициент напора центробежного вентилятора. Факторы, влияющие на напор вентилятора.
24. Характеристики и регулирование центробежных и осевых вентиляторов.

#### *Объемные и струйные насосы*

25. Схема, принцип действия, достоинства и недостатки поршневых насосов. Подача насоса и её особенности.
26. Теоретическая и действительная индикаторные диаграммы поршневого насоса. Рабочий процесс в цилиндре насоса. Мощность и КПД насоса.
27. Схема, принцип действия, достоинства и недостатки шестеренных насосов. Подача и коэффициент подачи насоса.
28. Потери в шестеренном насосе. КПД и мощность насоса.
29. Принцип действия и подача винтового насоса. Осевая сила и способы её компенсации.
30. Потери в винтовых насосах. Мощность и КПД насоса.
31. Характеристики и способы регулирования объемных насосов.
32. Схема, принцип действия, параметры, уравнение напора и КПД водо-водяного эжектора.

