

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Левков Сергей Андреевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.05.2024 16:15:11
Уникальный программный ключ:
0ec96352bebea6f8385fb9c27c7d4c35a083708b

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Кафедра «Электрооборудование и радиооборудование судов»

В.А. Швецов

**«СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)»**

*программа курса и методические указания к изучению
дисциплины для обучающихся
по направлению подготовки*

26.06.01 «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта»
(уровень подготовки кадров высшей квалификации)

направленность (профиль)
«Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)»

Петропавловск-Камчатский,
2016

Швецов Владимир Алексеевич

Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные). Программа курса и методические указания к изучению дисциплины для обучающихся направления подготовки 26.06.01 «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта», направленность (профиль) подготовки «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 24 с.

Программа курса и методические указания к изучению дисциплины для обучающихся направления подготовки 26.06.01 «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта» составлены в соответствии с требованиями федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Программа курса и методические указания к изучению дисциплины «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)» рассмотрены и утверждены на заседании НТС (протокол № 1 от 14.09.2016 г.).

© КамчатГТУ, 2016
© Швецов В.А., 2016

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе	4
1.1. Краткая характеристика дисциплины	4
1.2. Цель и задачи дисциплины	4
1.3. Связь с предшествующими и последующими дисциплинами	6
2. Содержание дисциплины	6
2.1. Содержание лекционных занятий	6
2.2. Содержание практических занятий.....	15
3. Методические рекомендации	17
3.1. Методические рекомендации по изучению курса.....	17
3.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям...	18
3.3. Методические рекомендации по подготовке к кандидатскому экзамену...	19
3.4. Вопросы к кандидатскому экзамену.....	20
4. Учебно-методические материалы по дисциплине	23
4.1. Основная литература	23
4.2. Дополнительная литература	23
4.3. Электронные ресурсы	24

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, ЕЕ МЕСТО В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

1.1. Краткая характеристика дисциплины

Дисциплина Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные) относится к направлению подготовки 26.06.01 Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта и представляет собой – область техники и технологии, изучающую теорию и характеристики судовых энергетических установок и их главных и вспомогательных элементов. Предметом изучения дисциплины являются главные и вспомогательные элементы судовых энергетических установок, их конструкция, теоретические и реальные процессы, происходящие при эксплуатации.

1.2. Цель и задачи дисциплины

Целью дисциплины Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные) является овладение методологией научного познания теории судовых энергетических установок и их главных и вспомогательных элементов; формирование профессиональной готовности и самостоятельной научной, исследовательской и педагогической деятельности; углубленное изучение принципов действия, основных характеристик судовых энергетических установок и их главных и вспомогательных элементов.

В связи с этим необходимо реализовать следующие **задачи**:

- формирование практических и теоретических знаний в области судовых энергетических установок и их главных и вспомогательных элементов;
- ознакомление с основными методами и направлениями теории обеспечения движения судна;
- овладение общенаучными методами снабжения энергией судна.

Изучение дисциплины «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)» является неотъемлемой составной частью подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки 26.06.01 «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта», профиля «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)».

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, текущих консультаций, самостоятельную работу по изучаемым темам, а также по отдельным специфическим проблемам дисциплины.

Лекции основываются на изучении наиболее важных концептуальных вопросов, связанных с темой раздела и темой лекции. В ее начале очень кратко объясняются концептуальные положения и ключевые понятия. Затем подробно раскрываются отдельные вопросы лекции, история их изучения, основная суть. В конце дается краткое обобщение представленного на лекции материала.

Целью проведения *практических занятий* является закрепление знаний обучающихся, полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно, а также формирования определенных профессиональных навыков и умений в области техники и технологии кораблестроения и водного транспорта. Практические занятия проводятся в форме опроса по заданной тематике. Учащимся предлагается возможность обсудить заданную тему с точки зрения использования полученных знаний на практическом опыте при проведении диссертационного исследования. Привести примеры из опыта собственного исследования.

В процессе изучения дисциплины предусмотрена *самостоятельная внеаудиторная работа* обучающегося в форме осуществления информационного поиска материалов для выполнения самостоятельной работы и его анализа. Контроль за выполнением самостоятельных заданий осуществляется в ходе опроса, тестирования, текущих консультаций.

В результате изучения дисциплины ***обучающийся должен:***

знать:

- сущность основных понятий и законов конструирования систем судовых энергетических установок и их главных и вспомогательных элементов;
- сущность и основы теории рабочих процессов систем судовых энергетических установок и их главных и вспомогательных элементов;
- теоретические принципы действия энергетических установок и их главных и вспомогательных элементов;

уметь:

- применять методы математического моделирования систем управления судовыми энергетическими установками и их главными и вспомогательными элементами;
- анализировать и объективно оценивать преобразования тепловой энергии в электрическую энергию;
- прогнозировать характеристики различных типов двигателей;

владеть:

- методами расчета потерь работоспособности судовых энергетических установок и их главных и вспомогательных элементов;

- методами сравнения коэффициентов полезного действия рабочих циклов энергетических установок и их главных и вспомогательных элементов;
- методами расчета потерь работоспособности энергетических установок и их главных и вспомогательных элементов.

1.3. Связь с предшествующими и последующими дисциплинами

Дисциплина «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)» является обязательной дисциплиной вариативной части в структуре образовательной программы, непосредственно связана и базируется на совокупности таких дисциплин, как «Организация и планирование работ при проведении научных исследований», «Информационный поиск и библиографической культуры», «Представление результатов научных исследований», «Грантоискательство и охрана интеллектуальной собственности», «Судовые энергетические системы», «Надежность и диагностика».

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)», необходимы для проведения научных исследований и подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук и представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание лекционных занятий

Раздел 1 « Принцип действия, состав и основные показатели судовых энергетических установок»

Тема 1 «Дизельные, паротурбинные, газотурбинные установки»

Лекция

Состав дизельных установок, их характеристики и область применения. Топливо и масла, применяемые в ДВС. Конструктивное устройство ДВС. Теория рабочих процессов в ДВС. Циклы поршневых ДВС. Скоростные и нагрузочные характеристики ДВС. Особенности поршневых ДВС но-

вых схем и конструкций. Состав и область применения ПТУ. Теория паровых циклов. Анализ цикла Ренкина с учетом необратимых потерь. Цикл с промежуточным перегревом пара. Регенеративный цикл. Бинарные циклы ПТУ. Рабочие процессы и тепловые схемы ПТУ. Топливо и масла, применяемые в ПТУ. Состав и область применения ГТУ. Цикл газотурбинных двигателей. Устройство, принцип действия и основные положения методов расчета газовых турбин, компрессоров, регенераторов и воздухоохладителей. Компоновка ГТУ, их классификации и тепловые схемы при полных и частичных нагрузках. Рабочие процессы и эксплуатационные характеристики судовых ГТД. ГТД замкнутого цикла. ГТУ с ядерными реакторами. Топливо и масла, применяемые в ГТУ.

Основные понятия темы: Состав дизельных установок. Состав паротурбинных установок. Состав газотурбинных установок. Циклы поршневых ДВС. Теория паровых циклов. Цикл газотурбинных двигателей.

Вопросы для самоконтроля:

1. Конструктивное устройство ДВС.
2. Скоростные и нагрузочные характеристики ДВС.
3. Особенности поршневых ДВС новых схем и конструкций.
4. Теория паровых циклов.
5. Цикл газотурбинных двигателей.

Литература: [1]; [6]; [7]; [8]; [10]; [11]; [12].

Тема 2 « Ядерные энергетические установки, рабочие процессы в элементах ЯЭУ»

Лекция

Состав, основные характеристики судовых ЯЭУ. Принцип действия и устройство энергетических реакторов с водой под давлением (ВВРД) и кипящих реакторов (ВВПК). Характеристики судовых ЯЭУ с реакторами, охлаждаемыми водой. ЯЭУ с реакторами, в которых используется газообразный и жидкометаллический теплоноситель. Основы энергетического расчета ЯЭУ. Условия работы и основные показатели паропроизводящих установок в режиме естественной циркуляции.

Основные понятия темы: энергетические реакторы с водой под давлением (ВВРД), кипящие реакторы (ВВПК), газообразный и жидкометаллический теплоноситель, энергетический расчет ЯЭУ, режим естественной циркуляции.

Вопросы для самоконтроля:

1. Состав, основные характеристики судовых ЯЭУ.
2. Характеристики судовых ЯЭУ с реакторами, охлаждаемыми водой.
3. Принцип действия и устройство энергетических реакторов с водой под давлением (ВВРД) и кипящих реакторов (ВВПК).
4. ЯЭУ с реакторами, в которых используется газообразный и жидкометаллический теплоноситель.

5. Условия работы и основные показатели паропроизводящих установок в режиме естественной циркуляции.

Литература: [1]; [6], [12].

Тема 3 «Установки с прямым (безмашинным) преобразованием энергии»

Лекция.

Принцип действия и возможные пути прямого преобразования тепловой энергии в электрическую. Термоэлектрические генераторы. Цикл термоэлектрической установки. Термоэмиссионные генераторы. Цикл установки с термоэмиссионным генератором. Электрохимические генераторы. Магнито-гидродинамические генераторы. Цикл МГД установки.

Основные понятия темы: прямое преобразование тепловой энергии в электрическую, термоэлектрический генератор, термоэмиссионный генератор, электрохимический генератор, магнито-гидродинамический генератор.

Вопросы для самоконтроля:

1. Цикл термоэлектрической установки.
2. Цикл установки с термоэмиссионным генератором.
3. Цикл МГД установки.

Литература: [1]; [6], [12].

Тема 4 «Энергетические установки судов с системами электродвижения»

Лекция

Принципиальные схемы систем электродвижения и рабочие процессы в них. Особенности энергетических установок со сверхпроводниковым криогенным оборудованием.

Основные понятия темы: рабочий процесс, система электродвижения, криогенное оборудование, сверхпроводимость.

Вопросы для самоконтроля:

1. Принципиальные схемы систем электродвижения и рабочие процессы в них.
2. Особенности энергетических установок со сверхпроводниковым криогенным оборудованием.

Литература: [1]; [6], [12].

Тема 5 «Методы анализа эффективности циклов»

Лекция

Методы сравнения термических КПД обратимых циклов. Энтропийный метод расчета потерь работоспособности в необратимых циклах. Энергетический метод расчета потерь работоспособности.

Основные понятия темы: обратимый цикл, термический КПД, необратимый цикл, энтропийный метод, энергетический метод, потери работоспособности.

Вопросы для самоконтроля:

1. Методы сравнения термических КПД обратимых циклов.
2. Энтропийный метод расчета потерь работоспособности в необратимых циклах.
3. Энергетический метод расчета потерь работоспособности.

Литература: [1]; [6], [12].

Раздел 2 «Прикладные вопросы гидро-газодинамики и теплопередачи в элементах энергетических установок»

Тема 6 «Безотрывное и отрывное течение жидкости. Одномерное течение газа. Течение газа в соплах и каналах»

Лекция

Переход от ламинарного к турбулентному режиму течения. Отрыв пограничного слоя. Течение жидкости в трубах. Адиабатное течение газа с трением. Течение в трубе постоянного сечения. Давление подогреваемого газа в трубе. Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций. Ускорение газового потока. Сверхзвуковое сопло. Скачки уплотнения. Прямые и косые скачки. Взаимодействие скачков уплотнения с пограничным слоем. Основные закономерности течения в турбинных и компрессорных решетках.

Основные понятия темы: ламинарный и турбулентный режимы течения, пограничный слой, адиабатное течение газа с трением, ускорение газового потока, сверхзвуковое сопло, сопло Лавалья, скачки уплотнения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Переход от ламинарного к турбулентному режиму течения.
2. Течение жидкости в трубах.
3. Течение в трубе постоянного сечения.
4. Основные закономерности течения в турбинных и компрессорных решетках.

Литература: [1]; [6]; [12].

Тема 7 «Конвективный теплообмен. Теплоотдача при конденсации пара на твердых поверхностях»

Лекция

Система основных уравнений теплообмена в потоке сжимаемого газа. Интегральные уравнения плоского стационарного пограничного слоя на непроницаемой поверхности. Турбулентный обмен. Основные уравнения теплообмена при пленочной конденсации насыщенного пара. Ламинарное и турбулентное течения пленки на вертикальной поверхности. Капельная конденсация, теплоотдача при конденсации пара внутри трубы и на внешней поверхности горизонтальной трубы.

Основные понятия темы: конвективный теплообмен, поток сжимаемого газа, плоский стационарный пограничный слой, касательное напряже-

ние скорости, турбулентный обмен, пленочная конденсация, капельная конденсация.

Вопросы для самоконтроля:

1. Система основных уравнений теплообмена в потоке сжимаемого газа.
2. Интегральные уравнения плоского стационарного пограничного слоя на непроницаемой поверхности.
3. Основные уравнения теплообмена при пленочной конденсации насыщенного пара.
4. Ламинарное и турбулентное течения пленки на вертикальной поверхности.
5. Капельная конденсация, теплоотдача при конденсации пара внутри трубы и на внешней поверхности горизонтальной трубы.

Литература: [1]; [6]; [12].

Тема 8 «Теплоотдача при кипении жидкости. Критические плотности теплового потока, вызывающие изменения режима кипения»

Лекция

Теплоотдача при пузырьковом кипении. Теплоотдача при пленочном кипении. Критерий устойчивости двухфазного граничного слоя при свободной конвекции в большом объеме жидкости (первый кризис режима кипения). Переход от пленочного режима кипения к пузырьковому (второй кризис режима кипения).

Основные понятия темы: теплоотдача, пузырьковое кипение, свободная конвекция, вынужденная конвекция, пленочное кипение, кризис в механизме кипения жидкости, двухфазный граничный слой.

Вопросы для самоконтроля:

1. Теплоотдача при пузырьковом кипении.
2. Теплоотдача при пленочном кипении.
3. Критерий устойчивости двухфазного граничного слоя при свободной конвекции в большом объеме жидкости (первый кризис режима кипения). Переход от пленочного режима кипения к пузырьковому (второй кризис режима кипения).

Литература: [1] ; [6]; [12].

Тема 9 «Теплообмен излучением в поглощающих средах. Теплопередача. Теплообменные аппараты»

Лекция

Уравнение переноса энергии в поглощающей среде. Уравнения излучения в поглощающей среде. Сложный теплообмен и теплопередача. Теплопередача через стенку. Тепловая изоляция. Основные понятия гидродинамической устойчивости прямоточных теплообменных аппаратов при фазовых превращениях теплообменивающихся сред.

Основные понятия темы: теплообмен, теплопередача, поглощающая

среда, перенос энергии, излучение, тепловая изоляция, тепловой расчет, гидромеханический расчет, гидродинамическая устойчивость, фазовые превращения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Уравнение переноса энергии в поглощающей среде.
2. Уравнения излучения в поглощающей среде.
3. Сложный теплообмен и теплопередача.
4. Основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов поверхностного типа.

Литература: [1]; [6]; [12].

Раздел 3 «Основы оценки прочности элементов энергетических установок»

Тема 10 «Устойчивость упругих систем. Колебания упругих систем»

Лекция

Потеря устойчивости. Критические силы и методы их определения. Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Поперечные, продольные и крутильные колебания. Свободные поперечные колебания системы с несколькими степенями свободы. Свободные крутильные колебания такой системы. Поперечные колебания балки с распределенной массой.

Основные понятия темы: упругие системы, потеря устойчивости, свободные и вынужденные колебания систем, динамический расчет системы, приближенные способы определения основной части свободных колебаний упругой системы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.
2. Поперечные, продольные и крутильные колебания.
3. Свободные поперечные колебания системы с несколькими степенями свободы.
4. Свободные крутильные колебания системы с несколькими степенями свободы.
5. Поперечные колебания балки с распределенной массой.

Литература: [1]; [6]; [12].

Раздел 4 «Защита от вибрации и шума судовых энергетических установок»

Тема 11 «Вибрация и шум, возбуждаемые при работе энергетических установок и при движении сред в трубопроводах и каналах. Средства защиты от вибрации. Средства защиты от шума»

Лекция

Частотный анализ вибрации и шума. Нормирование вибрации и шума. Активная и пассивная защита. Виброизоляция, вибропоглощение и вибро-

гашение. Амортизация оборудования энергетических установок. Глушение шума при всасывании воздуха в воздушных каналах и в газоотводных системах. Акустические требования к расположению механизмов.

Основные понятия темы: частотный анализ вибрации и шума, нормирование вибрации и шума, активная и пассивная защита, виброизоляция, вибропоглощение и виброгашение, амортизация оборудования энергетических установок, фракция грунтов, акустические требования к расположению механизмов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Частотный анализ вибрации и шума.
2. Нормирование вибрации и шума.
3. Активная и пассивная защита.
4. Виброизоляция, вибропоглощение и виброгашение.
5. Амортизация оборудования энергетических установок.

Литература: [1]; [4]; [5]; [6]; [9]; [12].

Тема 12 «Основы конструирования защитной амортизации судовых энергетических установок»

Лекция

Конструкции амортизаторов, их характеристики. Требования к расположению амортизаторов.

Основные понятия темы: защитная амортизация, требования к расположению амортизаторов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Конструкции амортизаторов, их характеристики.
2. Требования к расположению амортизаторов.

Литература: [1]; [6]; [7]; [12].

Раздел 5 «Проектирование судовых энергетических установок»

Тема 13 «Выбор типа СЭУ»

Лекция

Размещение, выбор типа и компоновка ЭУ. Нагрузка судна по разделу «машинная установка». Управление и амортизация СЭУ.

Основные понятия темы: размещение ЭУ, компоновка ЭУ, выбор типа ЭУ, нагрузка судна, управление СЭУ, амортизация СЭУ.

Вопросы для самоконтроля:

1. Размещение, выбор типа и компоновка ЭУ.
2. Нагрузка судна по разделу «машинная установка».
3. Управление и амортизация СЭУ.

Литература: [1]; [6]; [7]; [12].

Раздел 6. Испытания, эксплуатация и надежность СЭУ

Тема 14 «Содержание и задачи технической эксплуатации СЭУ. Анализ особенностей режима работы СЭУ в различных условиях эксплуатации»

Лекция

Техническое использование, техническое обслуживание и организация технической эксплуатации СЭУ. Особенности режимов работы установок судов с электродвижением, гидropередачей, на подводных крыльях и воздушной подушке. Методы анализа и расчета аварийных, переходных и установившихся режимов работы судовых комплексов корпус судна – винты – движители.

Основные понятия темы: техническая эксплуатация СЭУ, методика выбора оптимального режима работы СЭУ, судовые комплексы корпус судна – винты – движители.

Вопросы для самоконтроля:

1. Организация технической эксплуатации СЭУ.
2. Особенности режимов работы установок судов с электродвижением, гидropередачей, на подводных крыльях и воздушной подушке.
3. Методы анализа и расчета аварийных, переходных и установившихся режимов работы судовых комплексов корпус судна – винты – движители.

Литература: [1]; [2]; [4]; [5]; [6]; [9]; [12].

Тема 15 «Техническое обслуживание основных элементов СЭУ. Маневренность СЭУ»

Лекция

Система технического обслуживания СЭУ: виды, периодичность, технология и организация работ. Принципы формирования системы технического обслуживания. Техничко-экономическая эффективность СЭУ. Экологические вопросы при проектировании СЭУ.

Основные понятия темы: техническое обслуживание основных элементов СЭУ (виды, периодичность, технология и организация работ), маневренность СЭУ, экологические вопросы при проектировании СЭУ.

Вопросы для самоконтроля:

1. Принципы формирования системы технического обслуживания.
2. Техничко-экономическая эффективность СЭУ.
3. Система технического обслуживания СЭУ: виды, периодичность, технология и организация работ.

Литература: [1]; [4]; [5]; [6]; [9]; [12].

Тема 16 «Надежность, выносливость и расчет по предельному состоянию. Требования к надежности установок и их основного оборудования»

Лекция

Основные понятия теории надежности. Краткие сведения о статических методах в строительной механике машин. Накопление усталостных повреждений при нестационарном режиме. Эквивалентные напряжения и коэффици-

ент запаса. Расчет по предельным состояниям и предельным нагрузкам. Виды отказов, методы расчетного и статистического определения показателей надежности.

Основные понятия темы: теория надежности, статические методы в строительной механике машин, переменные напряжения, усталостные повреждения, коэффициент запаса, отказ, предельное состояние, предельные нагрузки.

Вопросы для самоконтроля:

1. Основные понятия теории надежности.
2. Статические методы в строительной механике машин.
3. Эквивалентные напряжения и коэффициент запаса.
4. Методы расчетного и статистического определения показателей надежности.

Литература: [1]; [2]; [6]; [12].

Раздел 7 «Береговое техническое обслуживание СЭУ»

Тема 17 «Надежность, ремонтпригодность, основные показатели. Виды и периодичность технического обслуживания и заводских ремонтов СЭУ»

Лекция

Режимы и модели эксплуатации СЭУ. Циклы эксплуатации. Характер изменения мощности в период непрерывной работы СЭУ. Принципы и методы определения показателей безотказности СЭУ и отдельного оборудования. Основные факторы, влияющие на долговечность оборудования. Основные методы прогнозирования и подтверждения показателей долговечности на стадии разработки и испытаний.

Основные понятия темы: надежность, ремонтпригодность, долговечность, безотказность, циклы эксплуатации, прогнозирование показателей долговечности на стадии разработки и испытаний.

Вопросы для самоконтроля:

1. Режимы эксплуатации СЭУ.
2. Принципы определения показателей безотказности СЭУ и отдельного оборудования.
3. Факторы, влияющие на долговечность оборудования.
4. Методы прогнозирования и подтверждения показателей долговечности на стадии разработки и испытаний.

Литература: [1]; [4]; [5]; [6]; [9]; [12].

Тема 18 «Техническая диагностика СЭУ»

Лекция

Основные термины. Понятия, цели и задачи диагностирования. Принципы исследования энергетического оборудования как объекта диагностики. Методы диагностирования. Средства технической диагностики СЭУ: датчи-

ки, аппаратура, применение вычислительной техники, структурная организация СТД.

Основные понятия темы: диагностирование, энергетическое оборудование как объект диагностики, модель технического состояния, методы диагностирования.

Вопросы для самоконтроля:

1. Цели и задачи диагностирования.

1. Принципы исследования энергетического оборудования.

2. Методы диагностирования.

4. Структурная организация средств технической диагностики СЭУ.

Литература: [1]; [2]; [4]; [5]; [6]; [9]; [12].

2.2. Содержание практических занятий

Раздел 1 « Принцип действия, состав и основные показатели судовых энергетических установок»

Тема 1 «Дизельные, паротурбинные, газотурбинные установки»

Вопросы для обсуждения:

1. Потери и КПД ДВС. Мощность ДВС.

2. Теория и основные положения методов расчета парогенераторов, турбин, зубчатых передач и конденсаторов.

3. Основы расчета тепловых и энергетических балансов ПТУ.

4. Методы расчета двигателей.

Литература: [1]; [6]; [7]; [8]; [10]; [11]; [12].

Тема 5 « Методы анализа эффективности циклов»

Вопрос для обсуждения:

Примеры расчета двигателей потерь работоспособности.

Литература: [1]; [6], [12].

Раздел 2 «Прикладные вопросы гидро-газодинамики и теплопередачи в элементах энергетических установок»

Тема 8 «Теплоотдача при кипении жидкости. Критические плотности теплового потока, вызывающие изменения режима кипения»

Вопросы для обсуждения:

1. Пузырьковое кипение в большом объеме жидкости при свободной конвекции.

2. Пузырьковое кипение при вынужденной конвекции.

Литература: [1]; [6]; [12].

Тема 9 « Теплообмен излучением в поглощающих средах. Теплопередача. Теплообменные аппараты»

Вопросы для обсуждения:

1. Гидромеханический расчет теплообменных аппаратов.

2. Теплообменные смесительные аппараты.

3. Основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов поверхностного типа.

Литература: [1]; [6]; [12].

Раздел 3 «Основы оценки прочности элементов энергетических установок»

Тема 10 «Устойчивость упругих систем. Колебания упругих систем»

Вопросы для обсуждения:

1. Порядок динамического расчета системы.
2. Приближенные способы определения основной части свободных колебаний упругой системы.
3. Определение критического числа оборотов вращающегося вала.

Литература: [1]; [6]; [12].

Раздел 4 «Защита от вибрации и шума судовых энергетических установок»

Тема 12 «Основы конструирования защитной амортизации судовых энергетических установок»

Вопрос для обсуждения:

Примеры конструирования защитной амортизации судовых энергетических установок.

Литература: [1]; [6]; [7]; [12].

Раздел 5 «Проектирование судовых энергетических установок»

Тема 13 «Выбор типа СЭУ»

Вопрос для обсуждения:

Примеры расчета нагрузки судна по разделу «машинная установка».

Литература: [1]; [6]; [7]; [12].

Раздел 6. Испытания, эксплуатация и надежность СЭУ

Тема 15 «Техническое обслуживание основных элементов СЭУ. Маневренность СЭУ»

Вопросы для обсуждения:

1. Нормативные документы на техническое обслуживание СЭУ.

Литература: [1]; [4]; [5]; [6]; [9]; [12].

Раздел 7 «Береговое техническое обслуживание СЭУ»

Тема 17 «Надежность, ремонтпригодность, основные показатели. Виды и периодичность технического обслуживания и заводских ремонтов СЭУ»

Вопросы для обсуждения:

3. Методы определения показателей безотказности СЭУ и отдельного

- оборудования.
2. Характер изменения мощности в период непрерывной работы СЭУ.
Примеры из практики.
Литература: [1]; [4]; [5]; [6]; [9]; [12].

Тема 18 «Техническая диагностика СЭУ»

Вопросы для обсуждения:

1. Модель технического состояния.
 2. Диагностические модели.
 3. Средства технической диагностики СЭУ, их применение.
- Литература: [1]; [2]; [4]; [5]; [6]; [9]; [12].

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

3.1. Методические рекомендации по изучению курса

В основу отбора тем для изучения курса были положены компетенции, установленные федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 26.06.01 Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта (уровень подготовки кадров высшей квалификации). Особенностью курса является определенная последовательность рассмотрения тем, которые выбраны для изучения на лекционных и на практических занятиях.

Теоретические и дискуссионные вопросы, выносимые на практические занятия, позволяют закрепить, расширить и углубить знания, полученные на лекционных занятиях. Такая последовательность позволяет получить соответствующие знания о судовых энергетических установках, их главных и вспомогательных элементах. Все это позволит обучающимся в дальнейшем применять полученные знания на практике в своей профессиональной деятельности. Предложенная последовательность изучения курса позволяет овладеть категориальным аппаратом, навыками приобретения, пополнения и реализации знаний, необходимых исследователю и управленцу в рассматриваемой предметной области и в целом изучить курс в соответствии с требованиями к его освоению.

Целесообразен следующий механизм работы обучающегося:

1. Прежде чем приступить к изучению курса следует внимательно изучить содержание и структуру данных методических указаний.
2. Перед лекцией следует прочитать и уяснить тему и содержание лекции.
3. Следует прочесть конспект прослушанной лекции, проработать рекомендуемую основную и дополнительную литературу по теме.
4. Изложить свое понимание темы.
5. Выявить дискуссионные вопросы и сформулируйте свою точку зрения на них, аргументируя ее.
6. После ознакомления с теоретическим материалом ответить на вопросы для самоконтроля.
7. Закрепление материала проводится на практических занятиях или в ре-

зультате самостоятельного изучения темы. Каждая тема курса должна быть «проработана» обучающимся в той или иной форме.

3.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Значительную роль в изучении предмета выполняют практические занятия, которые призваны, прежде всего, закреплять теоретические знания, полученные в ходе прослушивания и запоминания лекционного материала, ознакомления с учебной и научной литературой, а также выполнения самостоятельных заданий. Практические занятия способствуют получению наиболее качественных знаний, помогают углубить навыки самостоятельной работы.

Приступая к подготовке темы практического занятия, необходимо, прежде всего, внимательно ознакомиться с его планом. Затем необходимо изучить соответствующие конспекты лекций, главы учебников и методических пособий, разобрать примеры, ознакомиться с дополнительной литературой (справочниками, энциклопедиями, словарями, диссертационными работами по близкой тематике). К наиболее важным и сложным вопросам темы желательно составлять конспекты ответов. Конспектирование дополнительных источников, особенно освещающих вопросы изучаемой темы НИР также способствует более плодотворному усвоению учебного материала.

Следует готовить все вопросы соответствующего занятия. При этом необходимо уметь давать определения основным понятиям, знать основные положения теории, правила и формулы, предложенные для запоминания. Это помогает понять построение изучаемого материала, выделять в нем основные моменты и уметь видеть связь явлений и их причинно-следственные связи. Ведение записей, особенно сделанных в электронном виде, способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у аспиранта, систематически ведущего записи по мере проработки лекций, самостоятельной подготовки тем, подготовки к практическим занятиям, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе в ходе подготовки к практическим занятиям.

Подготовка к практическому занятию является важной формой самостоятельной работы студента. Она должна носить систематический и планомерный характер. После лекции студент должен познакомиться с планом практических занятий и списком обязательной и дополнительной литературы, которую необходимо прочитать, изучить и законспектировать. Разъяснение по вопросам новой темы студенты получают у преподавателя в конце предыдущего практического занятия.

Подготовка к практическому занятию требует, прежде всего, чтения рекомендуемых источников и монографических работ, их реферирования, под-

готовки докладов и сообщений. Важным этапом в самостоятельной работе аспиранта является повторение материала по конспекту лекции. Одна из главных составляющих внеаудиторной подготовки – работа с книгой. Она предполагает внимательное прочтение, критическое осмысление содержания, обоснование собственной позиции по дискуссионным моментам, постановки интересующих вопросов, которые могут стать предметом обсуждения на практическом занятии.

3.3. Методические рекомендации по подготовке к кандидатскому экзамену

В рамках учебного процесса аспирантуры подготовке к кандидатскому экзамену по специальности принадлежит особо важное место, поскольку он является наиболее значимым показателем квалификации выпускника аспирантуры, уровня самостоятельности научного мышления, эрудиции будущего кандидата наук, преподавателя и исследователя. Именно поэтому экзамен по специальности завершает цикл кандидатских экзаменационных испытаний, а вслед за его сдачей аспирант вступает в стадию написания самой кандидатской диссертации.

Указанный кандидатский экзамен состоит из двух частей. Первая его часть призвана определить уровень знаний аспиранта по дисциплине Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные). Основой для подготовки к сдаче этой части экзамена является утверждаемая Учёным советом КамчатГТУ «Программа экзамена по специальности Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные) для соискателей учёной степени кандидата технических наук». Поэтому, приступая к подготовке к экзамену, следует, прежде всего, изучить её содержание.

Освоение основной программы следует начать с изучения материалов университетских учебников и специальных работ по технике и технологии кораблестроения и водного транспорта. Освоение содержащегося в учебнике материала представляет собой лишь начальную стадию подготовки к экзамену, поскольку он решает качественно иные задачи. Ответ экзаменуемого на этом экзамене должен существенно отличаться от ответа студента и по содержанию, и по внутренней структуре. Обязательным требованием к ответу на любой вопрос программы является характеристика степени его изученности в научной литературе. При этом важно показать не только знание современного состояния изученности того или иного вопроса, но и историю его изучения, ученых, внесших вклад в развитие соответствующей области знаний.

В ходе ответа необходимо выделить наиболее дискуссионные и недостаточно изученные моменты для данной тематики. При ответе на вопрос следует воспользоваться возможностью показать свои знания в области методов проведения подобного рода натурных и лабораторных исследований. В ходе ответа необходимо обратить особое внимание на литературный стиль изложения, правильное понимание объема технических и технологических понятий и научных терминов.

Экзаменационный билет включает в себя два вопроса из материала, предло-

женного программой кандидатского минимума. Каждый билет составлен при этом таким образом, чтобы проверить знания аспиранта по разным разделам программы. Экзаменаторы имеют право задать аспиранту дополнительные вопросы по завершении им ответа, имеющие целью уточнить оставшиеся неясными моменты, а также составить более полное представление об уровне его подготовки. Дополнительные вопросы могут быть связанными с проблематикой вопросов экзаменационного билета, однако члены экзаменационной комиссии имеют также право задать любой вопрос, присутствующий в содержании программы экзамена.

Помимо испытания на знание общей программы кандидатского экзамена по специальности, которую обязан освоить любой аспирант, обучающийся в аспирантуре, экзамен по специальности включает в себя вторую, не менее значимую часть — ответ на так называемый специальный вопрос. Специальный вопрос определяется Дополнительной программой к кандидатскому экзамену по специальности. Она составляется руководителем аспиранта, утверждается директором ЦНОНИП не менее чем за месяц до даты проведения кандидатского экзамена по специальности. В нее вносятся вопросы, напрямую связанные с тематикой проводимого аспирантом исследования.

Оценивая уровень подготовки аспиранта по Дополнительной программе, члены экзаменационной комиссии предлагают экзаменуемому ответить на три из содержащихся в ней вопроса. Отвечая на каждый из них, аспирант должен показать его значимость и место в осмыслении общей проблемы, составляющей стержень Дополнительной программы. Экзаменаторы, оценивая ответы на вопросы дополнительной программы имеют право задавать дополнительные вопросы. Итоговая оценка складывается из ответов на все вопросы Основной и Дополнительной программ. Она выносится членами экзаменационной комиссии после совещания и затем доводится до сведения аспиранта.

3.4. Вопросы к кандидатскому экзамену

1. Основные массогабаритные и экономические показатели установок, главных агрегатов двигателей. Методы расчета двигателей.
2. Переход от ламинарного к турбулентному режиму течения. Отрыв пограничного слоя.
3. Частотный анализ вибрации и шума. Нормирование вибрации и шума.
4. Теория и основные положения методов расчета парогенераторов, турбин, зубчатых передач и конденсаторов.
5. Потеря устойчивости. Критические силы и методы их определения.
6. Долговечность, основные показатели. Основные факторы, влияющие на долговечность оборудования.
7. Теплоотдача при пузырьковом кипении. Пузырьковое кипение в большом объеме жидкости при свободной конвекции.

8. Принцип действия и возможные пути прямого преобразования тепловой энергии в электрическую. Термоэлектрические генераторы.
9. Активная и пассивная защита. Виброизоляция, вибропоглощение и виброгашение.
10. Цикл газотурбинных двигателей. Устройство, принцип действия и основные положения методов расчета газовых турбин, компрессоров, регенераторов и воздухоохладителей.
11. Ускорение газового потока. Сверхзвуковое сопло.
12. Свободные и вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.
13. Цикл термоэлектрической установки. Термоэмиссионные генераторы.
14. Приближенные способы определения основной части свободных колебаний упругой системы.
15. Методика выбора оптимального режима работы. Особенности режимов работы установок судов с электродвижением, гидропередачей, на подводных крыльях и воздушной подушке.
16. Состав, основные характеристики и область применения судовых ЯЭУ.
17. Система основных уравнений теплообмена в потоке сжимаемого газа. Интегральные уравнения плоского стационарного пограничного слоя на непроницаемой поверхности.
18. Термины и понятия (ремонтпригодность, долговечность, безотказность), показатели надежности.
19. Характеристики судовых ЯЭУ с реакторами, охлаждаемыми водой. ЯЭУ с реакторами, в которых используется газообразный и жидкометаллический теплоноситель.
20. Уравнение переноса энергии в поглощающей среде. Уравнения излучения в поглощающей среде.
21. Техническая диагностика СЭУ. Основные термины. Понятия, цели и задачи диагностирования.
22. Состав дизельных установок, их характеристики и область применения.
23. Устойчивость рам. Устойчивость кругового кольца и цилиндрической оболочки.
24. Звукоизолирующие и звукопоглощающие материалы и конструкции. Глушение шума при всасывании воздуха в воздушных каналах и в газоотводных системах.
25. Принципиальные схемы, состав и характеристики элементов систем электродвижения и рабочие процессы в них.
26. Конструкции амортизаторов, их характеристики. Требования к расположению амортизаторов.
27. Принципы исследования энергетического оборудования как объекта диагностики.

28. Адиабатное течение газа с трением. Течение в трубе постоянного сечения. Давление подогреваемого газа в трубе.
29. Устойчивость подкрепленной цилиндрической оболочки. Устойчивость круглой пластины и шарнирно-опорной прямоугольной пластины.
30. Техническое использование, техническое обслуживание и организация технической эксплуатации СЭУ.
31. Топливо и масла, применяемые в дизельных установках. Классификация судовых дизельных установок. Конструктивное устройство дизельных установок.
32. Цикл установки с термоэмиссионным генератором. Электрохимические генераторы.
33. Размещение, выбор типа и компоновка энергетических установок. Массогабаритные показатели энергетических установок.
34. Методы сравнения термических КПД обратимых циклов. Методы сравнения КПД в необратимых циклах.
35. Общие условия перехода дозвукового течения к сверхзвуковому и обратно.
36. Нагрузка судна по разделу «машинная установка». Управление и амортизация СЭУ.
37. Принцип действия и устройство энергетических реакторов с водой под давлением (ВВРД) и кипящих реакторов (ВВПК).
38. Основные уравнения теплообмена при пленочной конденсации насыщенного пара.
39. Методы анализа и расчета аварийных, переходных и установившихся режимов работы судовых комплексов корпус судна – винты – движители.
40. Условия работы и основные показатели паропроизводящих установок в режиме естественной циркуляции.
41. Распределение касательных напряжений скоростей, плотности теплового потока и температуры в плоском пограничном слое.
42. Основные понятия теории надежности. Краткие сведения о статических методах в строительной механике машин.
43. Основные методы прогнозирования и подтверждения показателей долговечности на стадии разработки и испытаний.
44. Поперечные, продольные и крутильные колебания. Порядок динамического расчета системы.
45. Энтропийный метод расчета потерь работоспособности в необратимых циклах.
46. Теория паровых циклов. Анализ цикла Ренкина с учетом необратимых потерь.
47. Энергетический метод расчета потерь работоспособности.
48. Гидродинамическая природа кризисов в механизме кипения жидкости. Критерий устойчивости двухфазного граничного слоя при сво-

бодной конвекции в большом объеме жидкости (первый кризис режима кипения).

49. Эффективность различных методов технического диагностирования оборудования СЭУ.

50. Система технического обслуживания СЭУ: виды, периодичность, технология и организация работ. Принципы формирования системы технического обслуживания.

51. Типы теплообменных аппаратов. Основные положения теплового расчета теплообменных аппаратов поверхностного типа.

52. Сложный теплообмен и теплопередача. Теплопередача через стенку

53. Акустические требования к расположению механизмов.

54. Оценка надежности при переменных напряжениях. Накопление усталостных повреждений при нестационарном режиме.

55. Удельные характеристики энергетических установок с электрохимическими генераторами.

56. Теплообменные смесительные аппараты. Гидромеханический расчет теплообменных аппаратов.

57. Виды отказов, методы расчетного и статистического определения показателей надежности.

58. Особенности энергетических установок со сверхпроводниковым криогенным оборудованием.

59. Интенсификация процессов теплопередачи. Тепловая изоляция.

60. Циклы эксплуатации. Характер изменения мощности в период непрерывной работы СЭУ.

4. УЧЕБНО – МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Основная литература

1. Сизых В.А. Судовые энергетические установки: учебник. – М.: РКонсульт, 2003. – 264 с. (13 экз.)

4.2. Дополнительная литература

2. Горелик Г.Б. Основы надежности судовых энергетических установок: учебное пособие. – Хабаровск: ТОГУ, 2007. – 137 с. (2 экз.)
3. Предотвращение загрязнения окружающей среды с судов : учеб. пособие / А.П. Пимошенко и др. – М.: Мир, 2004. – 320 с. (16 экз.)
4. Дайнего Ю.Г. Эксплуатация судовых энергетических установок, механизмов и систем. Практические советы и рекомендации. – М.: Моркнига, 2011. – 340 с. (1 экз.)

5. Дейнего Ю.Г. Эксплуатация судовых механизмов и систем. – М.: Моркнига, 2009. – 280 с. (9 экз.)
6. Емельянов П.С. Судовые энергетические установки: учеб. пособие. – СПб.: ГМА им. Адмирала С.О. Макарова, 2008. – 172 с. (6 экз.)
7. Конкс Г.А., Лашко В.А. Современное мировое судовое дизелестроение. Концепции конструирования, анализ международного опыта. – М.: Машиностроение, 2005. – 512 с. (30 экз.)
8. Пахомов Ю.А. Судовые энергетические установки с двигателями внутреннего сгорания: учебник. – М.: ТрансЛит, 2007. – 528 с. (7 экз.)
9. Захаров В.Г. Техническая эксплуатация судовых дизельных установок: учебник. – М.: Транс Лит, 2009. – 256 с. (1 экз.)
10. Возницкий И.В. Судовые двигатели внутреннего сгорания: учебник. – М.: Моркнига. 2010. – 260 с. (6 экз.)
11. Возницкий И.В. Судовые двигатели внутреннего сгорания: учебник [2-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Моркнига, 2010. – 382 с. (4 экз.)
12. Перельман Р.С. Судовые энергетические установки – Одесса: Феникс, 2006. – 92 с. (7 экз.)

4.3. Электронные ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «ЛАНЬ»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
3. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Киберленинка»: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/>