

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

для поступающих в аспирантуру по научной специальности

2.4.2 «Электротехнические комплексы и системы»

1 Математическое моделирование объектов электроэнергетики и электротехники

Общие сведения о математическом моделировании. Моделирование как метод познания объектов, процессов, явлений. Понятие системы. Классификация моделей. Переменные в математических моделях. Адекватность и эффективность математических моделей. Свойства объектов моделирования. Математические модели на микроуровне. Моделирование на макроуровне. Моделирование на метауровне. Этапы и методы математического моделирования. Модели объектов электротехники.

Математические модели элементов электроэнергетических систем. Модели основных элементов энергетической системы и системы в целом. Математическая модель линии с распределенными параметрами. Математические модели линии в виде схем замещения. Упрощенные модели ЛЭП. Математические модели силового трансформатора. Г-образная и П-образная схемы замещения силового трансформатора. Статические характеристики электрической нагрузки. Моделирование генераторных узлов при расчетах статических режимов электроэнергетических систем.

Статические модели. Математические модели объектов энергетики, сводящиеся к системам алгебраических уравнений. Формирование и матричная запись уравнений установившегося режима электрических систем. Узловые уравнения установившегося режима. Учет особенностей систем линейных алгебраических уравнений при описании электрических систем.

Методы решения линейных уравнений. Метод Гаусса в алгебраической форме. Табличная форма метода Гаусса. Метод триангуляции матриц. Обращение матрицы узловых проводимостей. Решение системы линейных уравнений в обращенной форме, область применения такого подхода.

Нелинейные модели установившихся режимов. Нелинейные модели установившихся режимов и их описание. Методы решения нелинейных уравнений. Итерационные методы решения уравнений. Простая и ускоренная итерация. Коэффициенты ускорения и замедления расчетов режима. Метод Ньютона.

Динамические модели. Математические модели, сводящиеся к системам обыкновенных дифференциальных уравнений. Формирование и решение систем дифференциальных уравнений. Анализ возможности упрощения системы дифференциальных уравнений. Жесткие системы дифференциальных уравнений и методы их решения. Программы численного интегрирования систем ОДУ. Моделирование переходных процессов с использованием резистивных схем замещения. Формирование и исследование моделей объектов электротехники.

2 Методы исследований в электроэнергетике и электротехнике

Основные направления, тенденции и перспективы развития объектов электроэнергетики и электротехники. Тренды и сценарии развития мировой и российской энергетики. Обзор и анализ современных и перспективных технологий в области производства, передачи и потребления электрической энергии. Анализ подходов, методов исследований и реализация технологий в области электроэнергетики.

Методы экспериментальных исследований. Классификация, типы и задачи эксперимента. Метрологическое обеспечение экспериментальных исследований. Рабочее место экспериментатора и его организация. Вычислительный эксперимент. Основы теории случайных ошибок и методов оценки случайных погрешностей в измерениях. Методы графической обработки результатов измерений. Методы подбора эмпирических формул. Регрессионный

анализ. Оценка адекватности теоретических решений. Элементы теории планирования эксперимента.

Методы расчетных и теоретических исследований. Поиск, накопление и обработка научной информации. Задачи и методы теоретического исследования. Использование математических методов в исследованиях. Аналитические методы. Вероятностно-статические методы.

3 Режимы работы электрооборудования станций и подстанций

Электрооборудование станций и подстанций. Электрооборудование станций и подстанций - технические средства, обеспечивающие преобразование различных видов энергии в электрическую и ее передачу в электроэнергетическую систему.

Режимы работы трансформаторов. Особенности режимов работы трансформаторов с различными схемами и группами соединения обмоток. Эксплуатационные характеристики трансформаторов при нагрузке. Несимметричные режимы работы трансформаторов. Переходной процесс при подключении трансформатора к сети. Режим работы трехфазной группы трансформатора (звезда с нулевым проводом - треугольник) при отключении одной фазы.

Режимы работы синхронных генераторов. Взаимосвязь особенностей конструкций синхронных генераторов, используемых на тепловых, атомных, гидроэлектростанциях и на станциях на основе возобновляемых источниках энергии), с режимами их работы. Обмотки синхронных машин. Изменение напряжения синхронного генератора при нагрузке. Электромагнитная мощность и основные режимы работы синхронных машин. Асинхронные режимы турбогенераторов. Несимметричная нагрузка синхронных генераторов. Несимметричные короткие замыкания. Качания синхронных генераторов. Динамическая устойчивость. Системы возбуждения синхронных генераторов.

Режимы работы синхронных компенсаторов. Особенности конструкции синхронных компенсаторов. U-образная характеристика синхронного компенсатора и оценка возможностей регулирования реактивной мощности. Оценка технико-экономической эффективности использования синхронных компенсаторов в энергосистеме.

Режимы работы статических тиристорных компенсаторов, реакторов и шунтовых конденсаторных батарей. Технические характеристики статических тиристорных компенсаторов, реакторов и шунтовых конденсаторных батарей и их режимы работы.

Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей. Технические характеристики синхронных и асинхронных электродвигателей применяемых в системе собственных нужд электростанций. Анализ режимов синхронных и асинхронных двигателей при коротких замыканиях, пусках и перерывах питания. Особенности группового выбега электродвигателей. Влияние отклонения напряжения и частоты от номинальных значений на режим работы синхронных и асинхронных электродвигателей.

Режимы работы коммутационных аппаратов. Работа коммутационной аппаратуры на электрических станциях в энергосистеме. Переходные процессы при коммутациях присоединений. Скорость восстановления напряжения на зажимах выключателей и восстановление электрической прочности разрыва цепи выключателями. Расход ресурса коммутационных аппаратов при работе в системе, методы контроля и расчета.

4 Электроэнергетические системы

Характеристика и структура современной ЭЭС. История и закономерности развития электроэнергетических систем. Современное состояние электроэнергетических систем и их характерные особенности. Структура современной ЭЭС. Научно-техническая политика в области технологии и проектирования ЭЭС и электроэнергетических объектов.

Длинные линии сверхвысокого напряжения. Задачи и перспективы в области использования СВН. Корона и её ограничение. Возникновение короны на проводах ЛЭП СВН, связанные с нею потери энергии. Расчёт и оптимизация радиуса расщепления провода фазы с

учётом потерь энергии при коронировании, электромагнитного излучения, передаваемой мощности экологических проблем. Схемы замещения линий СВН и расчет их параметров.

Понятие режимов электрической сети. Подготовка исходных данных к расчету режимов электрической сети. Методы расчета установившегося режима и их применение в промышленных программах. Пропускная способность электропередачи и мероприятия по её увеличению. Предельная передаваемая по ЛЭП активная мощность. Волновые параметры ЛЭП СВН. Понятие о расчетах динамических режимов ЛЭП. Выбор расчетных условий для исследований ЭЭС в установившихся и переходных режимах.

Технико-экономические основы проектирования электрических сетей. Основные задачи проектирования электрических сетей. Капитальные вложения на сооружение воздушных и кабельных линий. Капитальные вложения на сооружение понижающих подстанций. Издержки на амортизацию и обслуживание сети. Понятие нормированного срока окупаемости, коэффициента эффективности и дисконтированных затрат.

Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы. Современные проблемы научно-технического развития электроэнергетических сетей и систем. Факторы, определяющие необходимость кардинальных изменений в электроэнергетике. Исходные положения для разработки и развития интеллектуальных ЭЭС. Структура концепции интеллектуальных ЭЭС. Ключевые ценности новой ЭЭС. Принципы реализации активно-адаптивных ЭЭС. Сходство и различие концепций интеллектуальной ЭЭС и Smart Grid.

Инновационные технологии и компоненты ЭЭС. Распределенная генерация и ее функциональные свойства. Технологии распределенной генерации. Управление на базе FACTS технологий. Применение накопителей, их функции. Цифровая подстанция. Интеллектуальные системы контроля и удаленный мониторинг. Активный потребитель. Микросети.

5 Судовые автоматизированные электроэнергетические системы

Общие сведения о СЭЭС. Определение СЭЭС. Основные элементы, классификация и структурные схемы СЭЭС. Условия эксплуатации, режимы работы и показатели СЭЭС. Основные параметры СЭЭС. Качество электроэнергии в СЭЭС. Судовые потребители электроэнергии. Надежность, живучесть и безопасность СЭЭС.

Источники и преобразователи электрической энергии СЭЭС. Назначение и классификация источников и преобразователей электроэнергии. Генераторные агрегаты и электрические аккумуляторы, их характеристики и техническое обслуживание. Генераторы прямого преобразования тепловой и химической энергии в электрическую. Преобразователи электрической энергии. Электроснабжение судна от береговых сетей.

Выбор источников и преобразователей электрической энергии в СЭЭС.

Общие сведения о проектировании СЭЭС. Методы определения нагрузки генераторов СЭЭС. Выбор количества, мощности и типа генераторов. Особенности выбора количества и мощности основных, резервных и аварийных генераторов ЭЭС судов. Выбор электрических аккумуляторов. Выбор преобразователей электроэнергии.

Системы возбуждения и автоматического регулирования напряжения и частоты судовых генераторов. Причины изменения напряжения в сети и его влияние на работу приемников электроэнергии. Требования к системам автоматического регулирования напряжения источников электроэнергии. Принципы построения и общая классификация систем возбуждения и автоматического регулирования напряжения синхронных генераторов. Обеспечение начального возбуждения синхронных генераторов с самовозбуждением. Стабилизация напряжения генераторов постоянного тока. Регулирование напряжения преобразователей электроэнергии. Причины изменения частоты в СЭЭС и ее влияние на работу потребителей электроэнергии. Требования к системам регулирования частоты. Регуляторы частоты вращения приводных двигателей генераторов. Датчики частоты. Регулирование частоты преобразователей электроэнергии. Влияние изменения частоты на работу регуляторов напряжения генераторов.

Функциональные схемы судовых электростанций и СЭЭС. Общие требования. Принципы построения и выбора функциональных схем судовых электростанций и СЭЭС. Особенности построения функциональных схем ЭЭС промысловых судов.

Параллельная работа источников электроэнергии СЭЭС. Преимущества и недостатки параллельной работы генераторов СЭЭС. Требования Морского Регистра судоходства к параллельно работающим источникам электроэнергии. Способы включения синхронных генераторов на параллельную работу, условия синхронизации. Автоматизация и алгоритм синхронизации. Синхронизаторы типа УСГ. Распределение активной мощности между параллельно работающими генераторами. Оценки качества распределения. Способы распределения. Распределение реактивной мощности между генераторами при их параллельной работе. Параллельная работа утилизационного турбогенератора и дизель-генератора. Особенности параллельной работы валовых и дизель-генераторов. Параллельная работа источников постоянного тока. Параллельная работа СЭЭС с береговой сетью.

Принципы построения и алгоритмическое описание основных функций управления электроэнергетической системой. Типы, принципы построения систем управления СЭЭС и выполняемые ими функции. Алгоритмическое описание функций автоматического управления структуры СЭЭС. Алгоритм синхронизации СГ, автоматического распределения активной нагрузки, автоматической разгрузки СГ, включения резервного СГ и переключения питания потребителей, вывода СЭЭС из состояния обесточивания, управления включением программированных потребителей, защиты СЭЭС от обрыва фазы и снижения напряжения при питании с берега, контроля и диагностирования изоляции электрических сетей, звуковой сигнализации СЭЭС. Опыт эксплуатации систем управления СЭЭС.

Принципы построения и алгоритмическое описание основных функций управления генераторными агрегатами. Общие сведения. Системы управления дизель-генератором, турбогенератором, утилизационным турбогенератором, валогенератором. Системы автоматического управления аварийным дизель-генератором. Опыт эксплуатации систем управления генераторными агрегатами.

Система управления СЭЭС с применением микропроцессорных средств.

Принцип построения систем управления СЭЭС с применением микропроцессорных средств. Система алгоритмов управления СЭЭС. Программная реализация алгоритмов управления СЭЭС. Опыт эксплуатации систем управления.

Электрораспределительные щиты и их аппаратура. Электрораспределительные щиты. Шины электрораспределительных щитов. Основные физические процессы в электрических аппаратах. Коммутационные электрические аппараты ручного действия. Аппараты защиты. Реле защиты. Измерительные приборы и трансформаторы. Выбор аппаратов и приборов.

Распределение и передача электрической энергии в СЭЭС. Типы электрических сетей и их назначение. Судовые кабели, провода, шинопроводы. Расчет судовых электрических сетей. Контроль и диагностирование изоляции судовых электрических сетей. Алгоритм контроля и диагностирование изоляции. Электро- и пожаробезопасность судовых электрических сетей.

Переходные процессы в СЭЭС. Особенности СЭЭС, влияющие на переходные процессы в них. Задачи исследования переходных процессов в СЭЭС. Требования Морского Регистра судоходства к качеству электроэнергии в переходных режимах СЭЭС. Элементы математической теории в СЭЭС. Система относительных единиц. Дифференциальное уравнение Горева-Парка синхронной машины. Уравнения асинхронной машины, статической нагрузки и соединительных линий, системы возбуждения синхронного генератора, регуляторов частоты вращения их приводных двигателей, автоматического распределения нагрузки между параллельно работающими генераторами, уравнений связи. Методы исследования переходных процессов в СЭЭС.

Токи короткого замыкания в СЭЭС. Причины, виды и последствия коротких замыканий в СЭЭС. Токи короткого замыкания в синхронных генераторах и асинхронных двигате-

лей. Токи короткого замыкания в генераторах и двигателях постоянного тока. Расчет токов короткого замыкания в СЭЭС переменного тока. Расчет токов короткого замыкания в СЭЭС постоянного тока. Электродинамическое и термическое действие токов короткого замыкания на элементы СЭЭС. Проверка электрооборудования по токам короткого замыкания. Ограничение токов короткого замыкания в СЭЭС.

Изменение напряжения и частоты в СЭЭС. Переходные процессы в СЭЭС при внезапном изменении нагрузки. Методы определения изменения напряжения синхронного генератора при набросе нагрузки. Изменение напряжения в режиме синхронизации генераторных агрегатов переменного тока и аварийных режимах. Изменение напряжения генератора постоянного тока при набросе нагрузки. Изменение частоты в СЭЭС при внезапном изменении нагрузки. Процессы в СЭЭС при переключении приемников с основного источника электроэнергии на другой.

Защита СЭЭС. Назначения, структура и основные требования, предъявляемые к защите. Структурные схемы и алгоритм построения защиты СЭЭС. Защита генераторов. Защита электрических сетей. Защита преобразователей и приемников электроэнергии. Автоматическое устройство ЗОФН. Пути совершенствования защиты СЭЭС.

Устойчивость работы СЭЭС. Статическая и динамическая устойчивость СЭЭС. Статическая устойчивость параллельной работы синхронных генераторов. Динамическая устойчивость параллельной работы синхронных генераторов. Устойчивость работы асинхронных двигателей. Колебания мощности при параллельной работе генераторных агрегатов. Мероприятия по повышению динамической устойчивости СЭЭС.

6 Судовой электропривод

Электропривод как система. Структурная схема, механическая часть силового канала электропривода. Силы и моменты, движущие и сопротивления. Уравнение движения привода. Момент инерции и маховой момент, приведение их к валу двигателя.

Физические процессы в электроприводах. Механические и электромеханические характеристики электроприводов постоянного тока. Способы пуска, реверса, торможения, регулирования частоты вращения изменением напряжения, магнитного потока. Механические характеристики электроприводов с асинхронными двигателями. Способы пуска, реверса, торможения, регулирования частоты вращения изменением подводимого напряжения, частоты, сопротивления в цепи ротора, переключением пар полюсов. Механическая и угловая характеристики синхронного двигателя. Способы пуска, торможения, регулирования частоты вращения. Электропривод системы генератор – двигатель. Механические характеристики, регулирование частоты вращения, область применения. Вентильный электропривод в системе, Тиристорный преобразователь - двигатель постоянного тока, Тиристорный преобразователь частоты - асинхронный двигатель. Механические характеристики и способы регулирования скорости. Сравнительный анализ различных электроприводов с точки зрения вида регулировочных характеристик, плавности, диапазона регулирования, допустимых нагрузок и экономических показателей

Переходные процессы в электроприводах. Общая характеристика, сущность, методы исследования переходных процессов. Механические переходные процессы при пуске, реверсе и торможении электроприводов постоянного и переменного тока. Электромеханическая постоянная времени и ее физический смысл, характер изменения скорости и тока, моментов в этих режимах. Электромеханические переходные процессы. Электромагнитная постоянная времени якорной цепи в цепях возбуждения. Форсирование переходных процессов. Переходные процессы в сложных системах электропривода. Особенности расчета переходных процессов в вентильном электроприводе. Понятие о физическом и математическом моделировании электропривода.

Энергетика переходных процессов. Потери энергии при пуске и торможении электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока. Способы уменьшения потерь энергии. Выбор электродвигателей для электроприводов. Общие сведения по проектирова-

нию электроприводов. Режимы работы и нагрузочные диаграммы, нагрев электродвигателей, постоянная времени нагрева. Определение мощности и выбор двигателей для различных режимов методами средних потерь, среднеквадратичных значений тока, момента и мощности.

Аппаратура и схемы управления электроприводом. Пускорегулирующая аппаратура. Магнитные и тиристорные пускатели. Принципы автоматического управления пуском электродвигателей. Типовые схемы управления. Бесконтактное управление электродвигателями постоянного и переменного тока. Элементная база информационного канала. Синтез структур и параметров. Микропроцессорные системы управления. Их структура, состав, методы управления.

Электроприводы средств управления судами. Рулевые электроприводы и их общая характеристика. Основные требования, предъявляемые к ним. Силы, действующие на руль. Активный момент поворота судна и нагрузочный момент на баллере руля. Элементы циркуляции, влияющие на гидромеханические нагрузки. Угол Дрейфа. Угол атаки руля. Явление опорного момента. Оптимальный угол поворота руля. Геометрические характеристики профильных крыльев. Гидродинамические нагрузки на баллере профильного руля различной формы. Влияние угла атаки на характер нагрузки на баллере при отклонении угла руля, Передаточные звенья рулевых приводов. Механические передачи, их особенности. Потери и КПД при прямой и обратной перекладке руля. Гидравлические передачи. Принцип действия плунжерных, лопастных машин. Насосы постоянной и переменной подачи. Целесообразные механические характеристики ИД и типы применяемых двигателей. Нагрузочная характеристика ИД РЭГ-приводов. Потери, КПД гидравлической передачи. Оптимальные параметры элементов гидропередачи. Характеристики рабочих параметров насоса и их изменение при перекладке руля. Нагрузочные моменты на валу ИД. Особенность оценки нагрузки двигателя на холостом ходу агрегата. Кинематические схемы управления в РЭГ-приводах. Системы с насосами постоянной подачи. Системы с насосами переменной подачи. Системы и элементы схем рулевого управления простого действия. Элементы защиты и автоматики. Способы и средства торможения серводвигателей РЭГ-привода. Системы рулевого управления следящего действия. Средства согласования рулевого управления на электрической стороне приводов. Электрическая дифференциальная система управления, сельсинная связь, механические дифференциалы, магнитный золотник. Средства согласования рулевого управления на гидравлической стороне приводов; Механизмы с кулачковым и рычажным дифференциалами. Общие функциональные схемы управления РЭГ-приводами. Современные схемы рулевого управления следящего действия. Пуск ИД, защита и сигнализация. Основные элементы системы управления: усилители, сумматоры, преобразователи, корректирующие устройства. Схемы управления РЭГ-приводом. Особенности работы ИД. Вопросы торможения и защиты. Принципиальные схемы простого и следящего действия. Режимные характеристики ИД для РЭГ-привода, диаграмма действительной подачи насоса и энергетическая характеристика двигателя. Определение продолжительности перекладки руля при работе РЭГ-приводов. Проверка рулевых ИД на обеспечение перегрузок по моментам: опорному, заднего хода. Проверка рулевых электродвигателей по условиям отсутствия перегрева. Возможные случаи повышенных тепловых нагрузок и требования Правил Регистра СССР. Особенности работы электродвигателей в РЭГ-приводах. Методы тепловых расчетов. Определение отдельных составляющих потерь. Исполнительные потери и особенности их определения для РЭГ-приводов. Рулевые электроприводы автоматического действия (ЭАР). Развитие АР. Принципы действия системы и основные регуляторы для настройки режима. Уравнение сигнала управления. Функциональная схема, назначение в ней элементов автоматики и принцип построения системы. Особенности современных систем АР. Автономный адаптивный АР. Изучение особенностей элементной базы, постоянный контроль состояния рулевых электроприводов - залог успешной безаварийной эксплуатации рулевого устройства. Основные правила технической эксплуатации рулевых электроприводов. Специальные электроприводы. Судовые электроприводы успокоительной качки. Методы успокоения качки. Динамика судна при бортовой качке. Стабилизация положения судна посредством активных успокоителей качки.

Электроприводы бортовых рулей. Принцип действия кинематической схемы. Расчет исполнительных двигателей. Основные способы автоматического управления бортовыми рулями, типовая функциональная схема стабилизатора качки. Федеральное агентство по рыболовству. Назначение и действие элементов схемы. Электроприводы поворота лопастей винтов регулируемого шага (ВРШ). Применение на транспортных судах ВРШ. Нагрузочные характеристики. Мощность ИД. Системы управления приводов изменения шага. Автоматизация управления приводов ВРШ гребных установок. Электроприводы подруливающих устройств (ПУ). ПУ как вспомогательное навигационное средство. Конструкции ПУ. ПУ с винтами фиксированного шага (ВФШ) и с винтами регулируемого шага. Нагрузочные характеристики электропривода. Мощность ИД. Системы управления электроприводов ПУ. Основные положения по правилам технической эксплуатации специальных электроприводов.

Электроприводы якорно-швартовых устройств (ЯШУ). Краткая характеристика якорных и швартовых механизмов и режимов работы. Требования, предъявляемые к якорным электроприводам. Величина и факторы, определяющие нагрузку якорного электропривода. Якорное вооружение судов. Правила и нормы Морского Регистра. Отдача якоря при неразобленном приводе. Стадии работы якорного электропривода при съеме судна с якоря. Силы и их соотношение при равновесном состоянии якорной цепи. Условие стоянки судна на якоре. Целесообразные механические характеристики ИД якорно-швартовых устройств и типы применяемых электродвигателей. Общая характеристика систем управления якорных электроприводов: контроллерной, контакторной, системы Г-Д и тиристорной. Особенности асинхронного короткозамкнутого электродвигателя с ЯШУ. Средства бесконтактной и бестоковой коммутации. Определение необходимых номинальных параметров ИД якорных и швартовых устройств. Расчет мощности методом последовательного приближения. Обеспечение перегрузочной способности ИД по моменту вращения. Величина внешней силы, действующей на судно в процессе съема с якоря. Скорость подтягивания на первой стадии при поднятии цепи, лежащей на грунте. Характеристика состояния якорной цепи в процессе съема судна с якоря. Рабочая диаграмма якорного электропривода. Взаимосвязь механической характеристики электродвигателя и его нагрузочной характеристики. Проверка обеспечения электроприводом нормированной продолжительности съема судна с якоря и скорости выбирания цепи при расчетной нагрузке. Определение теплового состояния якорного электродвигателя и проверка его перегрева. Методы теплового расчета. Способы приближенного установления тепловых параметров электродвигателей. Построение кривой нагрева двигателя для всего процесса съема судна с якоря. Автоматизация якорных и швартовых электроприводов. Примеры характерных схем электроприводов шпилей и брашпилей. Системы управления на основе бесконтактных элементов, элементов логики и силовой полупроводниковой техники. Системы дистанционного управления якорными электроприводами. Автоматические швартовые лебедки (АШЛ). Назначение и принцип управления. Системы с датчиками тяговой силы и без них. Основные правила по технической эксплуатации ЯШУ.

Электроприводы лебедок и кранов. Общая характеристика грузовых устройств. Разделение судовых электрических лебедок и кранов по характерным признакам. Основные требования к электроприводам судовых приемников: обеспечение высокой производительности и сохранность грузов. Целесообразные характеристики грузоподъемных электроприводов и типы применяемых электродвигателей. Некоторые характерные схемные возможности, обеспечивающие необходимые рабочие характеристики. Механическое торможение электроприводов грузоподъемников и ограничение области его использования. Методы расчета мощности и выбора ИД грузовых лебедок и механизмов подъема кранов. Построение нагрузочной диаграммы электродвигателя грузовой лебедки или механизма подъема крана. Моменты сопротивления на валу и продолжительность периодов при установившихся и переходных режимах. Проверка соответствия параметров подъемного ИД требованиям эксплуатации. Особенности электроприводов лифтов. Особенности работы поворотных ИД судовых кранов. Построение нагрузочных характеристик для прямого и обратного поворота крана. Расчет мощности и выбор поворотного ИД. Построение нагрузочной диаграммы пово-

ротного ИД крана и проверка соответствия его параметров требованиям эксплуатации. Понятие о расчете нагрузок, определение мощности двигателя, изменения вылета стрелы крана. Современные автоматизированные системы электроприводов грузоподъемников. Применение ИД различных типов и различных систем управления: тиристорных преобразователей частоты инверторного типа (ТПЧИ), тиристорных преобразователей частоты с непосредственной связью (ТПЧН), совмещенного электромашинно-частотного регулирования (ЭЧР). Полупроводниковые бесконтактные и бестоковые коммутаторы - средства повышения надежности эксплуатации судовых электроприводов. Особенности электрогидравлических кранов. Разновидности системы Г-Д особых исполнений. Понятие о программном и дистанционном управлении кранов и других подъемников с использованием интегральных микросхем и микропроцессорной техники. Электроприводы для подъема катеров и шлюпок с волны (волновых подъемников), особенности их работы. Принцип действия двухдвигательных электроприводов. Построение нагрузочной характеристики скоростного электродвигателя (СД). Определение его необходимой механической характеристики. Расчет мощности и выбор скоростного электродвигателя. Автоматические буксирные лебедки (АБЛ). Силы сопротивления в буксирном тросе. Амортизация дополнительных сил за счет троса. Принцип автоматизации. Нагрузочная характеристика буксирного электродвигателя. Целесообразная механическая характеристика ИД и его номинальная мощность. Основные системы автоматических буксирных лебедок. Проверка действия и регулировка тормозной системы электродвигателей. Основные положения по правилам технической эксплуатации судовых лебедок и кранов.

Электроприводы вспомогательных механизмов и судовых систем. Общая характеристика судовых нагнетателей: насосов, вентиляторов, воздуходувок и компрессоров. Основные параметры, характеризующие работу и нагрузочные режимы нагнетателей. Центробежные нагнетатели и их свойства. Рабочие характеристики центробежных нагнетателей. Особенности пропеллерных двигателей. Характеристика сопротивления трубопроводной системы. Мощность ИД нагнетателя и работа нагнетателя на сеть. Определение механических характеристик ИД. Типы электродвигателей, применяемых для привода нагнетателей. Регулирование подачи центробежных нагнетателей. Регулирование подачи пропеллерных нагнетателей изменением шага винта. Регулирование электроприводов переменного тока нагнетателей, работающих на сеть с квадратичным сопротивлением. Совместная работа центробежных нагнетателей. Целесообразные способы их соединений. Устойчивость работы центробежных нагнетателей. Особенности поршневых насосов и работы их электроприводов. Рабочие характеристики поршневых насосов. Регулирование подачи. Электрокомпрессоры. Процесс сжатия воздуха и параметры, определяющие нагрузку ИД компрессора. Расчет мощности электродвигателя на, основании индикаторного КЦ, и удельной работы сжатия воздуха. Типы применяемых электродвигателей. Способы и средства регулирования подачи компрессоров. Автоматизация поддержания на необходимом уровне давления сжатого воздуха. Система управления электроприводами судовых нагнетателей. Основные элементы автоматики, применяемые в электрических схемах. Современные бесконтактные тиристорные пускатели с использованием типовых логических элементов. Примеры наиболее характерных схем управления. Автоматизация электроприводов нагнетателей. Программная групповая автоматизация при обеспечении силовых электрических установок. Автоматическое включение резерва. Автоматизированные электроприводы общесудовых систем. Правила техники безопасности при эксплуатации электроприводов.

Электроприводы промысловых механизмов и технологических установок. Режимы работы электроприводов промысловых механизмов. Оптимальные характеристики ваерных лебедок, Расчет электропривода ваерной лебедки с учетом скорости траления и сопротивления трала. Построение схем управления электроприводов промысловых механизмов: ваерных, гиневых, кабельных, сейнерных лебедок и лебедки зонда. Электропривод судовых рыбообрабатывающих установок: ленточных транспортеров, рыбонасосов, моечных машин.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Энергосберегающие технологии в системах электроснабжения: учебное пособие для вузов / В.Ф. Белей, А.Ю. Никишин, В.Ф. Паршина, Л. Д Шабалин. Под. ред. В.Ф. Белей.- Калининград: Издательство КГТУ, 2021. – 98с.1.Ветров
2. Основы научных исследований и изобретательства [Текст] : учеб. пособие / И. Б. Рыжков ; рец. : А. Л. Готман, Р. Ф. Абдрахманов. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2013.
3. Основы научных исследований [Текст] : учеб. пособие / Б. И. Герасимов [и др.] ; рец. : В. Д. Жариков, Н. А. Чайников, Н. Г. Астафьева. - Москва : Форум, 2013. - 272 с
4. Данилов, П.Е. Теория электропривода [Электронный ресурс] : учебное пособие / П.Е. Данилов, В.А. Барышников, В.В. Рожков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский университет “МЭИ” в г. Смоленске. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. - 416 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
5. Бекишев, Р. Ф. Электропривод : учебное пособие для вузов / Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 301 с. — (Высшее образование). -ISBN 978-5-534-00514-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт
6. Бирюков, В. В. Автоматизированный тяговый электропривод : учебник / В. В. Бирюков. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 323 с. — ISBN 978-5-7782-3993-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система
7. Терёхин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учебное пособие для вузов / В. Б. Терёхин, Ю. Н. Дементьев. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 306 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06858-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт
8. Переходные процессы в электроэнергетических системах: учебник для вузов / И.П. Крючков, В.А. Старшинов, Ю.П. Гусев, М.В. Пираторов; под ред. И.П. Крюčkова. – 2-е изд., стер.– М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 414 с.
9. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учеб. / А. И. Вольдек, В. В. Попов . - Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2008. - 319 с.
10. Вольдек, А. И. Электрические машины. Машины переменного тока: учеб./ А. И. Вольдек ; авт. Попов В.В. - Санкт-Петербург [и др.] : ПИТЕР, 2007. - 349 с.
11. Геллер Б.Л. Энергетическая электроника: учебное пособие. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – 137 с.
12. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов [Электронный ресурс] :учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
13. Костин В.Н. Электроэнергетические системы и сети: учеб. пособие / В. Н. Костин. - Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2015. - 304 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 290. - ISBN 978-5-4377-0048-8.
14. Прохоренков, А.М. Судовые информационно-измерительные системы рыбопромыслового флота: учеб. пособие / А. М. Прохоренков, В. М. Ремезовский ; рец. : В. Ф. Белей и др. - Москва : МОРКНИГА, 2013. - 437 с.
15. Баранников, В.К. Эксплуатация электрооборудования рыбопромысловых судов: учеб.пособие / В. К. Баранников. - Москва : МОРКНИГА, 2013. - 496 с.

Дополнительная литература

1. Дунаевский С. Я. Моделирование элементов электромеханических систем/ С. Я. Дунаевский.- 2-е изд. - Москва: Энергия, 1971. - 287с.
2. Идельчик В. И. Расчеты установившихся режимов электрических систем/ В. И. Идельчик; ред. Веников В.И. - Москва: Энергия, 1977. - 189с.
3. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. - 592с.
4. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учеб. / Л. А. Бессонов. - 10-е изд. - Москва: Гардарики, 2001. - 638 с.
5. Моделирование в электроэнергетике [Электронный ресурс]/ А.Ф. Шаталов, И. Воротников, М. Мастепаненко, и др.; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ставропольский государственный аграрный университет. - Ставрополь : Агрус, 2014. - 140 с (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)
6. Основы научных исследований: Учебное пособие для техн. вузов/ В.И. Крутов, И. М. Глушко, В.В.Попов, и др. Под ред. В.И. Крутова и В.В.Попова.- М.: Высшая школа., 1989.- 400 с.ил.
7. Сборник задач по надежности электрических машин [Текст] : учеб. пособие / Н. Л. Кузнецов. - Москва : МЭИ, 2008. - 407 с. Нормативные документы
8. Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике».
9. Электрическая часть станций и подстанций: Учебник для вузов. – 2-е изд.перераб. и доп. / Ред. А.А. Васильев. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 575 с.
10. Иванов-Смоленский, А. В.Электрические машины : учебник для электромех. и энерг. спец. вузов / А. В. Иванов-Смоленский. - Москва : Энергия, 1980. - 927с.
11. Копылов И. П. Электрические машины : учеб. / И. П. Копылов. - 2-е изд., перераб. - Москва : Высшая школа, 2000. - 608 с.
12. Сыромятников, И. А. Режимы работ асинхронных и синхронных двигателей / И. А. Сыромятников ; , 4-е изд., перераб.и доп. - Москва : Энергоатомиздат, 1984. - 240с.
13. Режимы работы электрооборудования станций и подстанций : метод.указ. к курс. раб. для студ. спец. 140204.65 - Электр. станции / Л. Д. Шабалин, В. Е. Волков ; ФГОУ ВПО "КГТУ". - Калининград : ФГОУ ВПО "КГТУ", 2008. - 19 с.
14. Электрические машины : метод.указ. к лаб. раб. для студ. спец. "Электрические станции" / Ком. РФ по рыболовству, КГТУ ; В. Ф. Белей, В. И. Лозовенко, С. А. Якута. - Калининград : КГТУ. - 21 см.ч. 1 : Машины постоянного тока и трансформаторы. - 1995. - 108 с.
15. Электрические машины (электромеханика) : метод.указ. к лаб. раб. для студ. вузов спец. 100100 – Электрические станции и 180900 - Электрооборудование судов / Ком.; В. Ф. Белей, С. А. Якута. - Калининград : КГТУ. - 21 см.ч. 2 : Машины переменного тока. - 1995. - 103 с
16. Переходные процессы в электроэнергетических системах [Текст] : учеб. / авт. Крючков, И. П. [и др.]. - 2-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2009. - 414 с. : рис., табл. + 22 см + Прил. (с. 399-414). - ISBN 978-5-383-004 13-5
17. Овчаренко, Н. И. Автоматика электрических станций и электроэнергетических систем [Текст] : учеб. / Н. И. Овчаренко. - Москва : Изд-во НЦ ЭНАС, 2000. - 503с. : ил. - ISBN 5-93196-020-1
18. Карапетян, И.Г. Справочник по проектированию электрических сетей : справочник / И.Г. Карапетян, Д.Л. Файбисович, И.М. Шапиро. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : ЭНАС, 2012. - 376 с. - ISBN 978-5-4248-0049-8 ; (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)
19. Фадеева, Г.А. Проектирование распределительных электрических сетей : учебное пособие / Г.А. Фадеева, В.Т. Федин ; под ред. В.Т. Федина. - Минск : Вышэйшая школа,

2009. - 367 с. : табл., схем. - ISBN 978-985-06-1597-8 ; (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)

20. Лыкин, А.В. Математическое моделирование электрических систем и их элементов : учебное пособие / А.В. Лыкин. - 3-е изд. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 227 с. - ISBN 978-5-7782-2262-5 ; (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)

21. Белей, Валерий Феодосиевич. Высшие гармоники в электрических сетях и системах [Текст] : учеб. пособие по курсам "Передача и распределение электроэнергии" и "Энергоснабжение" для студ. по спец. 100100 - Электрич. станции / В. Ф. Белей, Б. С. Затопляев ; КГТУ. - Калининград : КГТУ, 1998. - 56 с.

22. Антонов, С.Н. Проектирование электроэнергетических систем : учебное пособие / С.Н. Антонов, Е.В. Коноплев, П.В. Коноплев. - Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2014. - 101 с. : схем., табл., ил. ; (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)

23. Ананичева, С.С. Модели развития электроэнергетических систем : учебное пособие / С.С. Ананичева, П.Е. Мезенцев, А.Л. Мызин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. - Екатеринбург : УрФУ, 2014. - 149 с. : схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-321-02313-6 ; (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»)

24. Чиликин, М.Г. Общий курс электропривода : учеб. / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. - 6-е изд., доп. и перераб. - Москва : Энергоиздат, 1981. - 576 с.

25. Фрейдзон, И. Р. Судовые автоматизированные электроприводы и системы: учеб. / И. Р. Фрейдзон. - 4-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Судостроение, 1988. - 470 с.

26. Чекунов, К. А. Теория судового электропривода : учеб. пособие / К. А. Чекунов. - Ленинград : Судостроение, 1982. - 336 с.

27. Судовые электроприводы : в 2 т. : справ. / А. П. Богословский, Е. М. Певзнер, И. Р. Фрейдзон. - Ленинград : Судостроение. Т.1. - 2-е изд., перераб. и доп. - 1983. - 349 с.

28. Судовые электроприводы : в 2 т. : справ. / А. П. Богословский, Е. М. Певзнер, И. Р. Фрейдзон. - Ленинград : Судостроение. Т.2. - 2-е изд., перераб. и доп. - 1983. - 384 с.

29. Жадобин, Н.Е. Электронные и микропроцессорные системы управления судовых энергетических и электроэнергетических установок: учеб. / Н.Е. Жадобин, Н.А.Алексеев, А. П. Крылов. - Москва: Проспект, 2010. - 523 с.