

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФГБОУ ВО «МГТУ»

Кафедра электрооборудования судов

Методические указания
для самостоятельной работы по дисциплине:
.ФТД.В.04 «ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ СУДОВЫМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СТАНЦИЯМИ»
для курсантов (студентов) специальности 26.05.07
«Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

Мурманск

2019

Составил: Урванцев В.И., доцент кафедры
Электрооборудования судов МГТУ.

Рецензент: Власов А.Б. ДТН, профессор, зав кафедрой ЭОС.

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой «29» мая 2019г.,
протокол № 8

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Данные методические указания составлены в соответствии с Рабочей программой дисциплины ФТД.В.04 «Основы управления судовыми электрическими станциями» специальности 26.05.07. «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики». Методические указания составлены с учётом требований Международной конвенции ПДНВ и кодекса ПДНВ о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты с манильскими от поправками 2010 года, раздел А-!!!/6 Обязательные минимальные требования для дипломирования электромехаников.

. Изучению этой дисциплины должно предшествовать усвоение дисциплин:

«Теоретические основы электротехники» и «Электрические машины»,

«Судовая автоматика».

Целью дисциплины подготовка обучаемых в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста и учебным планом специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики», требованиями международной конвенции ПДНВ и кодекса ПДНВ 78/95 о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты с манильскими поправками 2010 года, (разделы АШ/6. Обязательные минимальные требования для дипломирования электромехаников)

Задачи: Формирование умений по безопасному, безаварийному и эффективному управлению судовыми электростанциями в соответствии с требованиями международной конвенции ПДНВ и кодекса ПДНВ 78/95 о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты ,с манильскими поправками 2010 года, (разделы АШ/6. Обязательные минимальные требования для дипломирования электромехаников)

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

Знать: режимы работы и нагрузку судовой электростанции в характерных режимах работы судна.

Уметь:

Управлять судовой электростанцией при штатных режимах работы и при возникновении неисправностей.

Восстанавливать элементы судовой электростанции до рабочего состояния при возникновении неисправностей.

Владеть:

Навыками управления судовой электростанцией при её работе в ручном управлении и автоматическом.

Очная ф.о. - Семестр А – зачет с оценкой, 1 РГР;

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Содержание разделов (модулей), тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
1. Роль тренажёрной подготовки в подготовке высоко - квалифицированных специалистов морского флота. Современное состояние и перспективы развития тренажерных систем, их роль в безопасной эксплуатации морского флота	1	-	-	2	0,5	-	-	3
2. Общая характеристика судовых технических средств и систем автоматики и управления. Особенности пуска и синхронизация генераторных агрегатов. Регулирование частоты и распределение активной нагрузки. Остановка генераторного агрегата. Пуск и остановка генератора по нагрузке	1	2	-	2	0,5	0,5	-	3
3. Определение очереди работы генераторов; учет наработки генераторных агрегатов; Функции системы автоматического управления при обесточивании. Пуск аварийного генератора; Особенности включения мощных потребителей	1	1	-	2	-	0,5	-	4
4. Управление валогенератором. Функции контроля и защиты шин ГРЩ. Защита генераторного агрегата от перегрузки по току. Защита генератора по обратной мощности	1	2	-	2	0,5	0,5	-	3
5 Системы управления судовыми электростанциями: Delomatic, PPM-3, Gearas.	1	1	-	2	0,5	0,5	-	3
6. Эксплуатационные режимы главной судовой энергетической установки. Характеристики процессов управления судовой дизельной установкой. Системы автоматического управления главной двигательной установкой. Управление системами, обслуживающими главный двигатель. Системы автоматического управления главным двигателем: Geomot, Caterpillar, Selma, FAHM.	1	-	-	2	0,5	-	-	3
7. Системы автоматического управления вспомогательными котельными установками. Топочная форсунка «Монарх». Системы управления утилизационными котлами.	1	-	-	-	0,5	-	-	3

8. Автоматизация компрессорных установок. Автоматизация холодильных установок. Микропроцессорные нормирующие преобразователи, измерители и регуляторы давления, влажности, расхода, используемые в системах водо- и топливоподготовки.	1	-	-	2	0,5	-	-	3
9. Роль тренажерной подготовки в подготовке высоко-квалифицированных специалистов морского флота. Современное состояние и перспективы развития тренажерных систем, их роль в безопасной эксплуатации морского флота. Содержание курса, его значение в подготовке инженера-электромеханика, связь курса с другими дисциплинами, порядок изучения. Общие сведения о тренажерах судовых электроэнергетических систем. Виды тренажеров. Конвенционные требования по подготовке инженеров электромехаников. Общие сведения о тренажере судовой электроэнергетической системы на базе МПСУ Delomatic. Назначение, состав, основные узлы и агрегаты	1	2	-	2	-	-	-	4
10. Общие сведения о тренажере судовой высоковольтной электроэнергетической системы на базе тренажера ERS 5000 TechSim "AZIPOD Diesel-Electric Cruise Ship". Назначение, состав, порядок работы. Функции управления генераторными агрегатами и электростанциями в тренажерах. Панель управления агрегатов, стоек и систем электростанций; Особенности пуска и синхронизация генераторов в тренажерах	1	1	-	2	0,5	0,5	-	3
11. Регулирование частоты и распределение активной нагрузки; Качество электроснабжения. Регулировка cos φ; Остановка генераторного агрегата; Пуск и остановка генератора по нагрузке на ГРЩ;	1	2	-	2	-	0,5	-	4
12. Пуск стояночного генератора; Определение очереди работы генераторов; учет наработки генераторных агрегатов; Функции электростанции при обесточивании; пуск аварийного генератора.	1	2	-	2	-	0,5	-	4
13. Включение мощных потребителей, запрос на включение мощных потребителей;	1	1	-	2	-	0,5	-	4
14. Функции контроля и защита судовой электростанции. Функции контроля и защиты шин ГРЩ	1	1	-	2	0,5	0,5	-	3
15. Перегрузка генератора по току. Защита по току; Защита генератора по обратной мощности, от перегрузки по мощности	1	1	-	2	0,5	0,5	-	3
16. Защита от короткого замыкания	1	1	-	2	0,5	0,5	-	3
17. Управление распределением нагрузки,	1	1	-	2	-	0,5	-	4

отключение групп неответственных потребителей								
18 Заключительная лекция с кратким обзором курса. Рекомендации по совершенствованию знаний в области эксплуатации судового электрооборудования и средств автоматики. Новая литература.	1	-	-	2	0,5	-	-	3
Итого:	18	18	-	36	6	6	-	56+ 4

Перечень лабораторных работ

№ п/п	Темы лабораторных работ	Количество часов	
		Очная	Заочная
1	2	3	5
1	Л.р.№1 Ознакомление с комплексом DDG-4000. Исследование функций меню PPU и настройка блока управления.	3	1
2	Л.р.№2 Исследование возможностей программного обеспечения комплекса.	3	1
3	Л.р.№3. Методика управления тренажёрным комплексом в режиме "SEMI-AUTO" и "AUTO"	3	1
4	Л.р.№4. Параллельная работа дизель- генераторов электростанции.	3	1
5	Л.р.№5 Управление электростанцией в ручном режиме.	3	1
6	Л.р.№6 Управление электростанцией удалённо (с ПК оператора).	3	1
	Итого:	18	6

Тема РГР: Системы управления мощностью судовой электростанции включающей дизельгенераторы (ДГ) и валогенератор (ВГ).

6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля) ¹

1. Урванцев В.И. Основы управления судовыми электрическими станциями. Лабораторные работы. Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине: «Основы управления судовыми электрическими станциями» для специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики». Мурманск. 2019
2. Урванцев В.И. Основы управления судовыми электрическими станциями. Расчётно-графическая работа. Методические рекомендации к расчётно-графической работе по дисциплине: «Основы управления судовыми электрическими станциями» для специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики». Мурманск. 2019.
3. Урванцев В.И.. Основы управления судовыми электрическими станциями. Методические рекомендации к самостоятельной работе по дисциплине: для специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики». Мурманск. 2019.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

¹ В перечень входят методические указания к: выполнению практических, лабораторных, контрольных, самостоятельных, расчётно-графических, курсовых работ и др.

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

1. Баранников В.К. Эксплуатация электрооборудования промысловых судов. 2013
Эксплуатация электрооборудования рыбопромысловых судов: учебное пособие для вузов/В.К.Баранников.- М.: Моркнига, 2013 – 495с.: Библиогр.: с.487-478.. – 100экз.
2. Баранов А.П. Электропожаробезопасность высоковольтных судовых электроэнергетических систем. Учебник для вузов. СПб. Изд. ГУМРФ им. адм. Макарова С.О. 2015.-248с. ЭБС:«Университетская библиотека онлайн», «Консультант студента», «IPRbooks», Издательства «Лань», НЭБ.
3. Богомолов, В. С. Судовые электроэнергетические системы и их эксплуатация : учеб. для вузов / В. С. Богомолов. – М. : Мир, 2014. – 320 с. : ил. 70 экз.
4. Правила классификации и постройки морских судов, в трёх томах , СПб., РМРС-2012. 1 ЭБС:..«Университетская библиотека онлайн», «Консультант студента», «IPRbooks», Издательства «Лань», НЭБ.
5. Молочков В.Я. Микропроцессорные системы управления техническими средствами рыбопромысловых судов. 2013. М 75 Микропроцессорные системы управления техническими средствами рыбопромысловых судов: Учеб. Пособие для вузов/ В.Я.Молочков.- М.: Моркнига, 2013-361 с.: ил.-библиогр.: с.357-358. ISBN 978-5-903082-22-3: 299-00. 32-97. М75 – 108 экз.

Дополнительная литература

6. Прохоренков А.М., Ремезовский. Судовые информационно- измерительные системы рыбопромыслового флота. М.: Моркнига. 2013. – 70 экз.
7. Голиков С.П. Судовая техника высоких напряжений и высоковольтное оборудование. Учебное пособие. Керчь, 2016, -187 с. ЭБС:..«Университетская библиотека онлайн», «Консультант студента», «IPRbooks», Издательства «Лань», НЭБ.
8. Жадобин, Н. Е. Электронные и микропроцессорные системы управления судовых энергетических и электроэнергетических установок : учеб. для вузов / Н. Е. Жадобин, Н. А. Алексеев, А. П. Крылов. – М. : Проспект, 2014. – 528 с. ЭБС:..«Университетская библиотека онлайн», «Консультант студента», «IPRbooks», Издательства «Лань», НЭБ.

9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»

- 1.<http://www.Mintrans.ru>-ГОСТы, нормативные документы, Правила и руководства Регистра судоходства и других классификационных обществ.
- 2.<http://www.imo.ru> – Официальный сайт Международной Морской Организации..
- 3.<http://www.rs-class/org>- Официальный сайт Российского морского регистра. Правила и руководства морских классификационных обществ.
- 4.<http://www.iec.ch> - Официальный сайт международной электротехнической комиссии.
- 5.<http://ito.edu.ru/>
- 6.<http://www.google.ru>
- 7.<http://www.Yandex.ru>
- 8.<http://www.pts-russia.com>. – Mathcad –интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач компании pts.
- 9.<http://www.mathworks.com>. – Simulink графическая среда имитационного моделирования компании MathWorks.
- 10.<http://www.elektronicsworkbench.com>. - Electronic Workbench – программа для моделирования электрических схем компании National Instruments
- 11.<http://edu.gumf.ru/>
- 12.Mirknig/ kom Учебники <http://mirknig/kom>

13. Электроэнергетический информационный центр:

<http://www.elektrocentr.info/>

14. ЭБС: «Издательство Лань» [http:// e/lanbook/com](http://e/lanbook.com). «Университетская библиотека онлайн» [http:// biblioklub. IPRbooks](http://biblioklub.IPRbooks)» .«Консультант студента», НЭБ.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Введение

Общие сведения о судовых электростанциях. Требования к судовым электроэнергетическим системам. Перспективы их дальнейшего развития.

Необходимо иметь представление о составе и структуре САЭЭС как о едином комплексе, включающем в себя источники, преобразователи, потребители электроэнергии, связанные воедино через распределительные устройства с помощью кабельной сети. С точки зрения управления - это многофункциональная система, имеющая в своем составе ряд подсистем управления и контроля параметров перечисленных элементов. Следует ознакомиться с классификацией САЭЭС, определить к какой группе относятся САЭЭС судов рыбного флота. Общие требования к САЭЭС касаются экономичности выработки электроэнергии, её качества и объема автоматизации согласно классу автоматизации судна. Необходимо знать основные направления в развитии судовых электроэнергетических систем (комплексная автоматизация, повышение надежности, гибкости, экономичности путем разработки эффективных схем электростанций, применения валогенераторных установок, повышения качества электроэнергии, совершенствования защитных устройств).

Литература: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1. Лейкин В.С., Михайлов В.А. Автоматизированные электроэнергетические системы промысловых судов. – М.: Агропромиздат, 1987. 327 с.

2. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы. – Л.: Транспорт, 1988. 328 с.

3. Правила классификации и постройки морских судов / Регистр РФ. Л.: Транспорт, 1995.

4. Справочник судового электротехника / Под ред. Г.И. Китаенко. – Л.: Судостроение, 1980. 528 с.

5. Яковлев Г.С. Судовые электроэнергетические системы. –Л.: Судостроение, 1987 г.
6. Никифоровский Н.Н. Норневский Б.И. Судовые электрические станции. – М.: Транспорт, 1974 г.
7. Хайдуков О.П., Дмитриев А.Н., Запорожцев Г.Н. Эксплуатация электроэнергетических систем морских судов: Справочник. М.: Транспорт, 1988. 223 с.
8. Методические указания к курсовому проектированию по курсу « Судовые электроэнергетические системы» для спец. 1809. Составитель Ремезовский В.М. Мурманск: МВИМУ, 1989 г.
9. Быховский Ю.И. Яблоков И.И. электростанции промысловых судов Мурманское книжное издательство, 1977 г

Вопросы для самоконтроля.

1. Что входит в состав электроэнергетической системы?
2. Что входит в состав судовой электростанции?
3. Какие основные требования предъявляются к СЭЭС?
4. Какие основные требования предъявляются к судовой электростанции?

2. . Элементы и параметры электроэнергетической установки на судах.

Потребители электрической энергии на судах, их назначение, режимы работы. Параметры СЭЭС – род тока, величина напряжения, частота и их основные показатели. Сравнительные характеристики элементов СЭЭС постоянного и переменного тока. Влияние величины переменного напряжения и частоты на массогабаритные показатели, надежность и безопасность обслуживания электрооборудования. Перспективы применения повышенных параметров на судах.

Изучение данного раздела необходимо начать с выяснения того, на какие группы подразделяются по назначению, режиму работы и степени ответственности судовые потребители. Электрооборудование судна должно удовлетворять климатическим условиям, установленным в правилах Морского Регистра. Следует обратить внимание на влияние характера работы отдельных групп потребителей на работу электростанции и влияние изменения параметров электроэнергии на работу потребителей. Параметры

электростанции (род тока, величина напряжения и частота) определяют надежность работы электрооборудования, его массу и габариты, стоимость и характеристики, требуемые для электроприводов.

Следует ознакомиться с величинами напряжения и частоты в СЭЭС, установленными правилами Морского Регистра.

Литература. 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1. Лейкин В.С., Михайлов В.А. Автоматизированные электроэнергетические системы промысловых судов. – М.: Агропромиздат, 1987. 327 с.
2. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы. – Л.: Транспорт, 1988. 328 с.
3. Правила классификации и постройки морских судов / Регистр РФ. Л.: Транспорт, 1995.
4. Справочник судового электротехника / Под ред. Г.И. Китаенко. – Л.: Судостроение, 1980. 528 с.
5. Яковлев Г.С. Судовые электроэнергетические системы. – Л.: Судостроение, 1987 г.
6. Никифоровский Н.Н. Норневский Б.И. Судовые электрические станции. – М.: Транспорт, 1974 г.
7. Хайдуков О.П., Дмитриев А.Н., Запорожцев Г.Н. Эксплуатация электроэнергетических систем морских судов: Справочник. М.: Транспорт, 1988. 223 с.
8. Методические указания к курсовому проектированию по курсу « Судовые электроэнергетические системы» для спец. 1809. Составитель Ремезовский В.М. Мурманск: МВИМУ, 1989 г.
9. Быховский Ю.И. Яблоков И.И. электростанции промысловых судов Мурманское книжное издательство, 1977 г

Вопросы для самоподготовки.

1. Охарактеризуйте влияние различных групп судовых потребителей на работу электростанции.
2. По каким признакам классифицируются приемники электроэнергии?
3. Дайте сравнительную оценку эффективности применения постоянного и переменного тока на судах.
4. Какие технико – экономические показатели определяют выбор рода тока, величины напряжения и частоты судовой электростанции?
5. Какие величины напряжения и частоты для источников и приемников электроэнергии разрешены правилами Морского Регистра?

б. Чем характеризуются перспективы применения на судах повышенных параметров?

3. Судовые электростанции. Основные характеристики, функциональные схемы и режимы работы.

Классификация судовых электростанций (СЭС). Автономная и параллельная работа судовых генераторов, их достоинства и недостатки, схемы соединения. СЭС с генераторными установками отбора мощности. СЭС в составе единой энергетической системы. Схемы соединения аварийных источников электроэнергии, требования к ним. Питание ответственных потребителей. Питание с берега.

При изучении данной темы необходимо обратить внимание на возможности реализации таких показателей как:

- ремонтпригодность СЭС,
- возможность резервирования питания ответственных потребителей при отключении поврежденных участков сети,
- обеспечение электромагнитной совместимости элементов СЭЭС,
- способность к автоматизации.

Следует ознакомиться с типовыми функциональными схемами а также со схемами электростанций, имеющих несколько систем сборных шин, знать принципы построения типовых функциональных схем и их выбора. Необходимо знать возможные варианты сочетания генераторных установок отбора мощности с автономными генераторными агрегатами в СЭС, требования Морского Регистра к применению этих установок. При изучении схем аварийных электростанций нужно обратить внимание на требования правил Морского Регистра к аварийным источникам питания на судах. Необходимо знать, какие ответственные потребители получают питание от шин аварийной электростанции. Следует ознакомиться с

основными элементами системы питания электрооборудования судна береговой электроэнергией.

Литература: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1. Лейкин В.С., Михайлов В.А. Автоматизированные электроэнергетические системы промысловых судов. – М.: Агропромиздат, 1987. 327 с.
2. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы. – Л.: Транспорт, 1988. 328 с.
3. Правила классификации и постройки морских судов / Регистр РФ. Л.: Транспорт, 1995.
4. Справочник судового электротехника / Под ред. Г.И. Китаенко. – Л.: Судостроение, 1980. 528 с.
5. Яковлев Г.С. Судовые электроэнергетические системы. – Л.: Судостроение, 1987 г.
6. Никифоровский Н.Н. Норневский Б.И. Судовые электрические станции. – М.: Транспорт, 1974 г.
7. Хайдуков О.П., Дмитриев А.Н., Запорожцев Г.Н. Эксплуатация электроэнергетических систем морских судов: Справочник. М.: Транспорт, 1988. 223 с.
8. Методические указания к курсовому проектированию по курсу « Судовые электроэнергетические системы» для спец. 1809. Составитель Ремезовский В.М. Мурманск: МВИМУ, 1989 г.
9. Быховский Ю.И. Яблоков И.И. электростанции промысловых судов Мурманское книжное издательство, 1977 г

Вопросы для самопроверки.

1. Приведите пример типовой функциональной схемы СЭС с тремя генераторами. Объясните назначение элементов схемы.
2. Разберите достоинства и недостатки схем СЭС с параллельной и раздельной работой генераторов.
3. В каких случаях и для каких типов судов применяют схему электростанции с двумя системами сборных шин?
4. Приведите примеры типовых функциональных схем СЭС с генераторными установками отбора мощности.
5. Почему второстепенные потребители питают от отдельных секций сборных шин?
6. Как должно обеспечиваться резервирование питания ответственных потребителей?

7. Каким образом осуществляется связь основной и аварийной СЭС ?

8. Расскажите о схеме питания судна с берега.

4. Методы расчета нагрузки и мощности ЭЭС, выбор числа и мощности генераторных агрегатов

Основные режимы работы судов и их влияние на нагрузку. Техничко – экономические показатели, определяющие выбор количества и мощности источников электроэнергии.

Методы определения мощности судовых электростанций. Табличный метод расчета. Составление таблицы нагрузок с учетом различных режимов работы судна. Аналитические методы расчета.

Аварийные источники электроэнергии и их выбор.

Прежде всего следует выделить основные режимы эксплуатации судна и определить влияние характера отдельных приемников электроэнергии на загрузку электростанции в основных режимах эксплуатации судна.

Требуемое количество и мощность генераторов судовой электростанции определяется несколькими методами, основными из которых являются табличный и аналитический. Для расчета мощности СЭС рыбопромысловых судов применяется табличный метод. При составлении таблицы нагрузок особое внимание следует обратить на выбор коэффициентов загрузки и коэффициентов одновременности работы потребителей.

При изучении аналитического метода следует разобраться с особенностями построения корреляционных зависимостей между необходимой мощностью судовой электростанции в эксплуатационных режимах работы судна и основными его параметрами (мощность главной силовой установки, водоизмещение судна и др.).

При выборе типа, количества и мощности генераторных агрегатов следует ознакомиться с требованиями правил Морского Регистра и

рекомендациями, полученными на основе опыта проектирования и эксплуатации СЭС.

При выборе аварийных источников электроэнергии следует обратить внимание на задачу, решаемую ими – бесперебойное снабжение электроэнергией наиболее ответственных потребителей, обеспечивающих безопасность мореплавания. Здесь необходимо учесть мощности всех наиболее ответственных потребителей (рулевое устройство, радиооборудование, электронavigационные приборы, аварийное освещение и др.), коэффициенты их нагрузок, напряжение питания, допустимость Правилами Морского Регистра кратковременности обесточивания.

Литература: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1. Лейкин В.С., Михайлов В.А. Автоматизированные электроэнергетические системы промысловых судов. – М.: Агропромиздат, 1987. 327 с.
2. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы. – Л.: Транспорт, 1988. 328 с.
3. Правила классификации и постройки морских судов / Регистр РФ. Л.: Транспорт, 1995.
4. Справочник судового электротехника / Под ред. Г.И. Китаенко. – Л.: Судостроение, 1980. 528 с.
5. Яковлев Г.С. Судовые электроэнергетические системы. – Л.: Судостроение, 1987 г.
6. Никифоровский Н.Н. Норневский Б.И. Судовые электрические станции. – М.: Транспорт, 1974 г.
7. Хайдуков О.П., Дмитриев А.Н., Запорожцев Г.Н. Эксплуатация электроэнергетических систем морских судов: Справочник. М.: Транспорт, 1988. 223 с.
8. Методические указания к курсовому проектированию по курсу « Судовые электроэнергетические системы» для спец. 1809. Составитель Ремезовский В.М. Мурманск: МВИМУ, 1989 г.
9. Быховский Ю.И. Яблоков И.И. электростанции промысловых судов Мурманское книжное издательство, 1977 г

Вопросы для самопроверки.

1. Какие эксплуатационные режимы работы имеют промысловые суда?
2. Как влияют различные группы потребителей на загрузку электростанции в основных эксплуатационных режимах работы промыслового судна?
3. Какие исходные данные используются при исполнении таблицы нагрузок?

4. Какова последовательность заполнения таблицы нагрузок?
5. Какими критериями руководствуются при выборе коэффициентов одновременности и загрузки работы потребителей?
6. Какие потребители на судах относятся к потребителям первой категории?
7. Для каких потребителей электроэнергии применяются аккумуляторные батареи?
8. Какие требования предъявляют правила Морского Регистра к аварийным источникам электроэнергии?
9. Как выбрать тип, количество и мощность генераторных агрегатов судовой электростанции при наличии генераторных установок отбора мощности?
10. Как влияют степень загрузки генераторных агрегатов на экономическую эффективность их эксплуатации?
11. Можно ли отключать в аварийном режиме приемники электроэнергии, обеспечивающие сохранность морепродуктов?

5. Распределение и канализация электроэнергии

Основные принципы построения судовых подсистем генерирования и распределения электроэнергии. Магистральная, фидерная и смешанная подсистемы распределения электроэнергии, их особенности.

Главные распределительные щиты (ГРЩ) и пульта управления. Типовой состав секций ГРЩ. Измерительная, сигнальная и защитная аппаратура ГРЩ. Шины ГРЩ и их выбор. Требования правил Морского Регистра к установке и исполнению ГРЩ.

Вторичные и групповые распределительные щиты. Конструкция и элементы схем.

Типы судовых кабелей и проводов. Выбор сечения кабелей и проводов электрических сетей. Влияние характера нагрузки, способа прокладки и температуры окружающей среды на выбор сечения кабелей. Проверка

кабелей на допустимую потерю напряжения. Нормы правил Морского Регистра на потери напряжения.

Способы измерения сопротивления изоляции судовых сетей. Контроль сопротивления изоляции в сетях переменного и постоянного токов.

Принцип работы систем непрерывного контроля изоляции.

Режим работы нейтрали и влияние его на условия электробезопасности.

Сети с компенсированной нейтралью. Виды заземлений, применяемых на судах. Правила выполнения защитного заземления.

Литература: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1. Лейкин В.С., Михайлов В.А. Автоматизированные электроэнергетические системы промысловых судов. – М.: Агропромиздат, 1987. 327 с.
2. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы. – Л.: Транспорт, 1988. 328 с.
3. Правила классификации и постройки морских судов / Регистр РФ. Л.: Транспорт, 1995.
4. Справочник судового электротехника / Под ред. Г.И. Китаенко. – Л.: Судостроение, 1980. 528 с.
5. Яковлев Г.С. Судовые электроэнергетические системы. – Л.: Судостроение, 1987 г.
6. Никифоровский Н.Н. Норневский Б.И. Судовые электрические станции. – М.: Транспорт, 1974 г.
7. Хайдуков О.П., Дмитриев А.Н., Запорожцев Г.Н. Эксплуатация электроэнергетических систем морских судов: Справочник. М.: Транспорт, 1988. 223 с.
8. Методические указания к курсовому проектированию по курсу « Судовые электроэнергетические системы» для спец. 1809. Составитель Ремезовский В.М. Мурманск: МВИМУ, 1989 г.
9. Быховский Ю.И. Яблоков И.И. электростанции промысловых судов Мурманское книжное издательство, 1977 г

При изучении систем распределения электроэнергии следует обратить внимание на характеристики систем с точки зрения обеспечения минимального веса судовой кабельной сети, максимальной надежности электроснабжения потребителей и возможности автоматизации управления генерированием и потреблением. Необходимо ознакомиться с назначением, приборным обеспечением и сигнализацией генераторных, распределительных и секций управления ГРЩ, правилами Морского Регистра по размещению и доступу к распределительным щитам. Следует

знать типы, классы точности и пределы шкал измерительных приборов, устанавливаемых на ГРЩ. Выбор конфигурации шин и расчет их сечения производить по допустимому нагреву и с учетом естественного охлаждения.

Необходимо усвоить расшифровку условных обозначений, применяемых на судах, изучить способы прокладки кабелей и их влияние на допустимую плотность тока. Следует уметь производить расчет электрических сетей, включая расчет рабочих токов нагрузки, и далее следуя методике, учитывающей режимы работы кабеля, температуру окружающей среды, способ и место прокладки находить площадь сечения кабелей по специальным таблицам. Необходимо уметь рассчитывать падения напряжения на отдельных участках кабельной сети, сравнивая их с допустимыми, установленными правилами Морского Регистра.

От исправного состояния изоляции электрических сетей зависит безаварийная работа потребителей, пожарная безопасность судна и безопасность обслуживающего персонала.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие системы распределения электроэнергии нашли применение на судах?
2. Как подразделяются по назначению распределительные устройства?
3. Какие требования предъявляются к установке и конструкции ГРЩ?
4. Какие основные элементы входят в состав генераторной секции ГРЩ?
5. Укажите типы измерительных приборов, устанавливаемых на ГРЩ?
6. Каким образом должны подключаться к шинам ГРЩ выключатели?
7. Почему в цепях контроля и управления ГРЩ установлены автоматы или предохранители?
8. Как производится выбор шин ГРЩ?
9. Какие типы кабелей и проводов применяют на судах?

10. Как влияет способ прокладки кабеля на допустимую величину тока, проходящего по нему?

11. Как влияет температура окружающей среды на выбор сечения кабеля?

12. Каковы нормы падения напряжения в сетях согласно правил Морского Регистра?

6. Защита от аварийных режимов. Защитная и коммутационная аппаратура

3. Виды аварийных ситуаций в СЭЭС. Требования к защитам.

Классификация и устройство реле защит. Автоматические воздушные выключатели: сетевые, универсальные, селективные, их основные характеристики, принцип действия, основные элементы. Плавкие предохранители, их основные характеристики. Быстродействующие предохранители. Инерционные предохранители. Выбор автоматических выключателей и предохранителей. Защита генераторов. Реле, применяемые в защитах генератора. Защита сетей. Максимальная токовая с выдержкой времени. Максимальная токовая защита без выдержки времени. Защита от обрыва фазы и снижения напряжения.

4. Прежде всего необходимо ознакомиться как с общими требованиями к защите СЭЭС, так и с требованиями к защите генераторов, сетей, трансформаторов и электродвигателей. Затем следует перейти к рассмотрению существующей аппаратуры защиты. Необходимо знать устройство всех типов предохранителей, применяемых на судах (ПР-2, ПД, ПН-2 и НПН), особенности их времятоковых характеристик, область их применения. Следует рассмотреть устройство и характеристики реле, применяемых для защиты в СЭЭС: тепловых реле, максимальных токовых реле, реле обратного тока и обратной мощности, реле активной мощности.

5. Следует ознакомиться с работой основных узлов автоматических воздушных выключателей, а также с устройствами дугогашения. Необходимо знать способы гашения дуги в автоматических выключателях постоянного и переменного тока. Выбор защитно – коммутационной аппаратуры включает в себя кроме справочного поиска типа аппарата по номинальному току плавкой вставки для предохранителей, либо по номинальному току максимального расцепителя для автоматов, также определение уставок по току срабатывания в зоне максимальных токов. Поэтому необходимо знать методы расчета токов уставки с учетом отстройки от ложных срабатываний и методы проверки аппаратов защиты на динамическую устойчивость, коммутационную способность и термическую способность (для селективных аппаратов).

6. Далее следует ознакомиться с видами защит первичных и вторичных судовых силовых сетей, обратив внимание на обеспечение избирательности защиты. На судах особое внимание уделяется защите генераторов и трансформаторов. Необходимо рассмотреть возможные аварийные режимы этих источников питания, способы и аппаратные средства их защит: максимальную защиту, защиту от перегрузки, направленную защиту, защиту от междуфазных внутренних коротких замыканий, защиту от пониженного напряжения на сборных шинах ГРЩ. Следует ознакомиться с методами оперативного и экстренного гашения поля синхронных генераторов. При питании с берега основными аварийными режимами являются обрыв фазы и длительное пониженное напряжение. Следует рассмотреть работу принципиальных схем устройства защиты от обрыва фазы и понижения напряжения.

Литература: 1 2 3 4 5 6 7 8 9

7. Вопросы для самопроверки.

1. 1. Какие причины вызывают перегрузку генераторов, сети и приемников?
2. 2. Какие требования предъявляются к защите основных видов электрооборудования?
3. 3. Как обеспечивается селективность работы схем защиты от коротких замыканий в судовых электроэнергетических системах?
4. 4. Расскажите об устройстве предохранителя, изобразите его времятоковую характеристику.
5. 5. Разберите принцип действия токового реле и способы изменения его уставки.
6. 6. На чем основан принцип действия теплового и электромагнитного расцепителей установочных автоматов?
7. 7. Какова область применения плавких предохранителей и установочных автоматов?
8. 8. Расскажите о правилах выбора селективных и установочных автоматов
9. 9. Какие элементы входят в состав устройства автоматического воздушного выключателя ?
- 10.10. Как производится настройка времени тока срабатывания в селективных автоматах?
- 11.11. Расскажите о принципах гашения дуги в автоматических выключателях.
- 12.12. Расскажите о устройствах гашения поля генераторов.
- 13.13. Какие факторы действуют на автоматический выключатель при коротком замыкании?.
8. 7. Аварийные режимы в СЭЭС.
- 9.

Виды возможных аварий в судовых электроэнергетических установках и причины их возникновения. Возможные последствия аварий.

Токи короткого замыкания. Явления, сопровождающие короткие замыкания в судовых установках постоянного тока. Методы расчета токов короткого замыкания в установках постоянного тока.

Короткие замыкания в СЭЭС переменного тока. Внезапное короткое замыкание синхронного генератора с успокоительной обмоткой. Методы расчета токов короткого замыкания в СЭЭС переменного тока. Проверка аппаратов и токопроводов на термическое и электродинамическое действие токов короткого замыкания. Способы ограничения токов короткого замыкания. При изучении этой темы необходимо разобрать основные причины возникновения переходных режимов в СЭЭС (изменение нагрузки генераторов, короткое замыкание в сети, подключение генератора на параллельную работу).

Короткое замыкание является одним из наиболее тяжелых аварийных режимов в СЭЭС. Изучение процессов, происходящих при коротком замыкании, следует начать с подробного рассмотрения физики явлений, протекающих в генераторах постоянного и переменного тока, используя для этого закон постоянства потокосцеплений. Далее необходимо рассмотреть влияние систем автоматического регулирования напряжения генераторов на токи короткого замыкания. Затем следует перейти к изучению поведения двигателей при коротких замыканиях.

Необходимо познакомиться с методами расчета токов короткого замыкания в системах постоянного тока, уметь составить расчетную схему, вести расчет в относительных и именованных единицах.

Расчет токов короткого замыкания в системах переменного тока можно вести аналитическим методом и наиболее точно – методом расчетных кривых.

Следует обратить внимание на рациональный выбор точек короткого замыкания на принципиальной однолинейной схеме СЭЭС, уметь составить расчетную схему замещения СЭЭС и преобразовывать ее для каждой точки короткого замыкания. Определение полного сопротивления до точки короткого замыкания в относительных единицах позволит определить максимальные токи короткого замыкания любой момент времени методом расчетных кривых. Затем следует перейти к рассмотрению методов расчета динамической и термической устойчивости аппаратов и шин при воздействии на них токов короткого замыкания. Следует рассмотреть все способы ограничения электродинамического и термического действия токов короткого замыкания.

Литература 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1.Лейкин В.С., Михайлов В.А. Автоматизированные электроэнергетические системы промысловых судов. – М.: Агропромиздат, 1987. 327 с.

2.Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы. – Л.: Транспорт, 1988. 328 с.

3.Правила классификации и постройки морских судов / Регистр РФ. Л.: Транспорт, 1995.

- 4.Справочник судового электротехника / Под ред. Г.И. Китаенко. – Л.: Судостроение, 1980. 528 с.
5. Яковлев Г.С. Судовые электроэнергетические системы. –Л.: Судостроение, 1987 г.
6. Никифоровский Н.Н. Норневский Б.И. Судовые электрические станции. – М.: Транспорт,1974 г.
7. Хайдуков О.П., Дмитриев А.Н., Запорожцев Г.Н. Эксплуатация электроэнергетических систем морских судов: Справочник. М.: Транспорт, 1988. 223 с.
8. Методические указания к курсовому проектированию по курсу « Судовые электроэнергетические системы» для спец. 1809. Составитель Ремезовский В.М. Мурманск: МВИМУ, 1989 г.
- 9.Быховский Ю.И. Яблоков И.И. электростанции промысловых судов Мурманское книжное издательство, 1977 г

Вопросы для самопроверки.

1. Расскажите о физических процессах при коротком замыкании в генераторах постоянного тока.
2. Разберите физические процессы при коротком замыкании в синхронном генераторе
3. Как изменяется ток статора синхронного генератора при коротком замыкании?
4. Как изменяется ток возбуждения синхронного генератора при коротком замыкании?
5. Как влияет асинхронная нагрузка на ток короткого замыкания?
6. Как влияют системы автоматического регулирования синхронного генератора на величину тока короткого замыкания?
7. Чем определяется величина ударного и установившегося тока короткого замыкания?
8. Как выбирается расчетный режим и составляется расчетная схема короткого замыкания?
9. В каких точках функциональной схемы СЭЭС рекомендуется рассчитывать токи короткого замыкания?
- 10.В чем заключается термическое и электродинамическое действие токов короткого замыкания на судовое электрооборудование?
- 11.Расскажите о методике проверки шин и автоматических выключателей на электродинамическую устойчивость.
- 12.Какие способы применяются для ограничения тока короткого замыкания в СЭС переменного тока?

13.8. Изменение напряжения и частоты в СЭЭС.

Причины возникновения и методы исследования переходных процессов в судовых электроэнергетических системах. Переходные процессы в эксплуатационных режимах. Внезапные изменения нагрузки и явления их сопровождающие. Методы расчета провала напряжения при пуске асинхронного двигателя. Изменение частоты в СЭЭС при внезапном изменении нагрузки.

Изучение этой темы следует начать с анализа причин, вызывающих снижение напряжения и частоты вращения при набросе нагрузки. Для этого необходимо разобраться с физикой явлений, протекающих в синхронном генераторе при изменении нагрузки. Следует понять влияние параметров синхронного генератора и системы стабилизации напряжения на характер протекания переходного процесса. Необходимо познакомиться с требованиями правил Морского Регистра. После усвоения теоретического материала следует изучить практические методы расчета снижения напряжения при набросах нагрузки в сетях переменного и постоянного тока. К последним относятся метод определения провалов напряжения с помощью расчетных кривых синхронного генератора и аналитический метод. При изучении последнего следует обратить внимание на использование общей системы уравнений Горева – Парка при выводе выражений для определения возможного снижения напряжения. Затем необходимо остановиться на рассмотрении изменения скорости вращения дизельгенератора при набросе нагрузки и влияния на переходный процесс регуляторов скорости первичных двигателей.

Литература 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1. Лейкин В.С., Михайлов В.А. Автоматизированные электроэнергетические системы промысловых судов. – М.: Агропромиздат, 1987. 327 с.

2. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы. – Л.: Транспорт, 1988. 328 с.

3. Правила классификации и постройки морских судов / Регистр РФ. Л.: Транспорт, 1995.

4. Справочник судового электротехника / Под ред. Г.И. Китаенко. – Л.: Судостроение, 1980. 528 с.

5. Яковлев Г.С. Судовые электроэнергетические системы. – Л.: Судостроение, 1987 г.

6. Никифоровский Н.Н. Норневский Б.И. Судовые электрические станции. – М.: Транспорт, 1974 г.

7. Хайдуков О.П., Дмитриев А.Н., Запорожцев Г.Н. Эксплуатация электроэнергетических систем морских судов: Справочник. М.: Транспорт, 1988. 223 с.

8. Методические указания к курсовому проектированию по курсу « Судовые электроэнергетические системы» для спец. 1809. Составитель Ремезовский В.М. Мурманск: МВИМУ, 1989 г.

9. Быховский Ю.И. Яблоков И.И. электростанции промысловых судов Мурманское книжное издательство, 1977 г

Вопросы для самопроверки:

1. Какие факторы определяют падение напряжения на зажимах генераторов постоянного тока при набросах нагрузки?
 2. Как влияет предварительная нагрузка на величину напряжения?
 3. Почему в системах переменного тока провалы напряжения при набросе нагрузки больше, чем в системах постоянного тока?
 4. Какими параметрами характеризуется переходный процесс провала напряжения на зажимах генератора и каковы нормы Морского Регистра?
 5. Что такое форсировка возбуждения генератора и какими факторами она определяется?
 6. К каким последствиям может привести запуск мощного асинхронного двигателя?
 7. Какова последовательность расчета снижения напряжения аналитическим методом?
 8. Какова последовательность расчета снижения напряжения с помощью расчетных кривых синхронного генератора?
9. 9. Статическая и динамическая устойчивость работы судовых синхронных генераторов и СЭЭС в целом.

Статическая устойчивость работы синхронного генератора. Влияние систем АРН на статическую устойчивость. Влияние нагрузки на пределы устойчивости. Устойчивость асинхронной нагрузки. Устойчивость системы после отключения короткого замыкания. Динамическая устойчивость синхронного генератора. Оценка динамической устойчивости способом площадей. Средства повышения динамической устойчивости параллельной работы синхронных генераторов.

Изучение данной темы необходимо начинать с усвоения понятий статической и динамической устойчивости объектов. Далее перейти к изучению последствий нарушения устойчивой работы синхронных генераторов и асинхронных двигателей. На примере рассмотрения угловой характеристики синхронной машины следует проанализировать пределы устойчивой работы при изменении подводимой механической мощности с целью определения критериев статической устойчивости. Следует рассмотреть влияние систем автоматического регулирования на расширение пределов статической устойчивости.

Нарушение статической устойчивости работы асинхронных двигателей происходит по причине длительных провалов напряжения питания. Следует рассмотреть пределы статической устойчивости на примере изменения положения механических характеристик асинхронного двигателя при разных

напряжениях сети. Показать влияние перегрузочной способности генераторов на устойчивую работу двигателей при провалах напряжения и при защитном отключении коротких замыканий. Рассмотреть меры предотвращения отключения двигателей ответственных приводов при провалах напряжения и коротких замыканиях.

На примере угловой характеристики синхронной машины следует изучить её поведение при резких изменениях напряжения в системе. Анализ динамической устойчивости произвести методом площадей. Показать влияние регуляторов напряжения генераторов и регуляторов частоты вращения приводных двигателей на динамическую устойчивость синхронной машины. Следует изучить меры предпринимаемые для повышения динамической устойчивости СЭЭС.

Литература 1 2 3 4 5 6 7 8 9

1. Лейкин В.С., Михайлов В.А. Автоматизированные электроэнергетические системы промысловых судов. – М.: Агропромиздат, 1987. 327 с.
2. Баранов А.П. Судовые автоматизированные электроэнергетические системы. – Л.: Транспорт, 1988. 328 с.
3. Правила классификации и постройки морских судов / Регистр РФ. Л.: Транспорт, 1995.
4. Справочник судового электротехника / Под ред. Г.И. Китаенко. – Л.: Судостроение, 1980. 528 с.
5. Яковлев Г.С. Судовые электроэнергетические системы. –Л.: Судостроение, 1987 г.
6. Никифоровский Н.Н. Норневский Б.И. Судовые электрические станции. – М.: Транспорт, 1974 г.
7. Хайдуков О.П., Дмитриев А.Н., Запорожцев Г.Н. Эксплуатация электроэнергетических систем морских судов: Справочник. М.: Транспорт, 1988. 223 с.
8. Методические указания к курсовому проектированию по курсу « Судовые электроэнергетические системы» для спец. 1809. Составитель Ремезовский В.М. Мурманск: МВИМУ, 1989 г.
9. Быховский Ю.И. Яблоков И.И. электростанции промысловых судов Мурманское книжное издательство, 1977 г

Вопросы для самопроверки.

1. Что понимают под статической устойчивостью СЭЭС?
2. Что понимают под динамической устойчивостью СЭЭС?
3. Как определяются запас статической устойчивости синхронного генератора?
4. Дайте определение практического критерия статической устойчивости.
5. Какими мерами можно повысить статический предел мощности синхронной машины?
6. Что понимают под зоной искусственной устойчивости?
7. При каких условиях нарушается статическая устойчивость синхронного генератора при работе на судовую сеть?

8. Как определяется зона статической устойчивости на механических характеристиках асинхронного двигателя?

9. Какие процессы в судовых сетях влияют на динамическую устойчивость асинхронных двигателей?

10. Каким образом система АРН генератора влияет на устойчивую работу асинхронной нагрузки?

11. Каковы причины колебаний мощности при параллельной работе синхронных генераторов?

12. Почему повышение напряжения в СЭЭС повышает устойчивость её работы?

13. Какая характеристика защит повышает динамическую устойчивость СЭЭС?

14. Почему применение систем автоматического регулирования напряжения генераторов позволяет повысить динамическую устойчивость СЭЭС?

15. Режимы работы нейтрали. Контроль состояния изоляции. Заземления, электро и пожаробезопасность.