Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Волжский государственный университет водного транспорта"

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.Э.Д05 Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов (Тренажер судовой электростанции)

Профиль	Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики
Институт	Пермский филиал
	Отделение высшего образования
Специальность	26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики

1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/зачетных единиц	Семестры
		11
Лабораторные работы	54 Часы	54
СРС	54 Часы	54
Дифференцированный зачет	0 Часы	

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б1.Э.Д05.01.01	Блок 1 Дисциплины (модули) (Элективные дисциплины (модули))	3

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лабораторные работы	СРС	Дифференцированный зачет	Всего
1	Раздел 1 Общая характеристика судовых технических средств и системавтоматики и управления. Техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики. Техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами. Техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В. Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления	2 Часы	2 Часы		4 Часы
2	Раздел 2 Особенности пуска генераторных агрегатов.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
3	Раздел 3 Особенности синхронизации генераторных агрегатов.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
4	Раздел 4 Регулирование частоты генераторныхагрегатов.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
5	Раздел 5 Распределение активной нагрузки.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
6	Раздел 6 Остановка генераторного агрегата.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
7	Раздел 7 Пуск и остановка генератора по нагрузке.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
8	Раздел 8 Определение очереди работы генераторо.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
9	Раздел 9 Учет наработки генераторных агрегатов.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
10	Раздел 10 Пуск аварийного генератора в ручном режиме.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
11	Раздел 11 Пуск аварийного генераторав автоматическом режиме	2 Часы	2 Часы		4 Часы
12	Раздел 12 Функции системы автоматического управления при обесточивыании.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
13	Раздел 13 Функции системы автоматического управления при одиночной работе.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
14	Раздел 14 Функции системы автоматического управления при параллельной работе.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
15	Раздел 15 Функции системы автоматического управления при работе валогенератора.	2 Часы	2 Часы		4 Часы

16	Раздел 16 Функции системы автоматического управления при работе с разделенными секциями.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
17	Раздел 17 Функции системы автоматического управления при аварийных режимах.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
18	Раздел 18 Управление валогенератором.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
19	Раздел 19 Особенности включения мощных потребителей.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
20	Раздел 20 Функции контроля и защиты шин ГРЩ.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
21	Раздел 21 Защита генераторного агрегата от перегрузки по току.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
22	Раздел 22 Защита генератора по обратной мощности.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
23	Раздел 23 Системы управления судовыми электростанциями.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
24	Раздел 24 Отработка навыков управления судовой электростанции (СЭС) в ручном режиме	2 Часы	2 Часы		4 Часы
25	Раздел 25 Отработка навыков управления судовой электростанции (СЭС) на ПК.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
26	Раздел 26 Отработка навыков управления судовой электростанции (СЭС) в автоматическом режиме.	2 Часы	2 Часы		4 Часы
27	Раздел 27 Отработка навыков управления судовой электростанции (СЭС) в полуавоматическом режиме.	2 Часы	2 Часы		4 Часы

4. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции			
1	Раздел 1 Общая характеристика судовых технических средств и системавтоматики и управления. Техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики. Техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами. Техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В. Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления	ПК-3.(ИДК: ПК-3.З.1;)	ПК-10.(ИДК: ПК-10.З.1;)	ПК-13.(ИДК: ПК-13.З.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.З.1;)
2	Раздел 2 Особенности пуска генераторных агрегатов.	ПК-14.(ИДК: ПК-14.У.1;ПК-14.В.1;)			
3	Раздел 3 Особенности синхронизации генераторных агрегатов.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;)	ПК-13.(ИДК: ПК-13.У.1;)		
4	Раздел 4 Регулирование частоты генераторныхагрегатов.	ПК-14.(ИДК: ПК-14.У.1;)			
5	Раздел 5 Распределение активной нагрузки.	ПК-3.(ИДК: ПК-3.У.1;ПК-3.В.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.У.1;)		
6	Раздел 6 Остановка генераторного агрегата.	ПК-3.(ИДК: ПК-3.У.1;ПК-3.В.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.У.1;ПК-14.В.1;)		
7	Раздел 7 Пуск и остановка генератора по нагрузке.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;ПК-10.В.1;)	ПК-13.(ИДК: ПК-13.У.1;ПК-13.В.1;)		
8	Раздел 8 Определение очереди работы генераторо.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;ПК-10.В.1;)	ПК-13.(ИДК: ПК-13.У.1;ПК-13.В.1;)		
9	Раздел 9 Учет наработки генераторных агрегатов.	ПК-3.(ИДК: ПК-3.У.1;ПК-3.В.1;)	ПК-13.(ИДК: ПК-13.В.1;)		
10	Раздел 10 Пуск аварийного генератора в ручном режиме.	ПК-3.(ИДК: ПК-3.У.1;ПК-3.В.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.У.1;ПК-14.В.1;)		
11	Раздел 11 Пуск аварийного генераторав автоматическом режиме	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;ПК-10.В.1;)	ПК-13.(ИДК: ПК-13.В.1;)		
12	Раздел 12 Функции системы автоматического управления при обесточивыании.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;ПК-10.В.1;)	ПК-13.(ИДК: ПК-13.У.1;ПК-13.В.1;)		
13	Раздел 13 Функции системы автоматического управления при одиночной работе.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;)	ПК-13.(ИДК: ПК-13.В.1;)		
14	Раздел 14 Функции системы автоматического управления при параллельной работе.	ПК-13.(ИДК: ПК-13.В.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.У.1;ПК-14.В.1;)		
15	Раздел 15 Функции системы автоматического управления при работе валогенератора.	ПК-13.(ИДК: ПК-13.В.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.У.1;)		
16	Раздел 16 Функции системы автоматического управления при работе с разделенными секциями.	ПК-3.(ИДК: ПК-3.У.1;ПК-3.В.1;)	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;)		
17	Раздел 17 Функции системы автоматического управления при аварийных режимах.	ПК-13.(ИДК: ПК-13.У.1;ПК-13.В.1;)			
18	Раздел 18 Управление валогенератором.	ПК-3.(ИДК: ПК-3.У.1;ПК-3.В.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.У.1;ПК-14.В.1;)		
19	Раздел 19 Особенности включения мощных потребителей.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;ПК-10.В.1;)	ПК-13.(ИДК: ПК-13.У.1;ПК-13.В.1;)		
20	Раздел 20 Функции контроля и защиты шин ГРЩ.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;ПК-10.В.1;)			

21	Раздел 21 Защита генераторного агрегата от перегрузки по току.	ПК-13.(ИДК: ПК-13.У.1;ПК-13.В.1;)			
22	Раздел 22 Защита генератора по обратной мощности.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;ПК-10.В.1;)	ПК-13.(ИДК: ПК-13.У.1;)		
23	Раздел 23 Системы управления судовыми электростанциями.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;ПК-10.В.1;)			
24	Раздел 24 Отработка навыков управления судовой электростанции (СЭС) в ручном режиме	ПК-13.(ИДК: ПК-13.У.1;ПК-13.В.1;)			
25	Раздел 25 Отработка навыков управления судовой электростанции (СЭС) на ПК.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;ПК-10.В.1;)	ПК-13.(ИДК: ПК-13.У.1;ПК-13.В.1;)		
26	Раздел 26 Отработка навыков управления судовой электростанции (СЭС) в автоматическом режиме.	ПК-3.(ИДК: ПК-3.У.1;ПК-3.В.1;)	ПК-14.(ИДК: ПК-14.У.1;ПК-14.В.1;)		
27	Раздел 27 Отработка навыков управления судовой электростанции (СЭС) в полуавоматическом режиме.	ПК-10.(ИДК: ПК-10.У.1;ПК-10.В.1;)			

5. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих компетенций:

№ п/п	компетенции	Индикатор достижения		
		Знать	Уметь	Владеть
1	Способен осуществлять наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления	ПК-10.З.1 Знает правила осуществления наблюдения за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления	ПК-10.У.1 Умеет осуществлять наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления	ПК-10.В.1 Владеет способами осуществления наблюдения за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления
2	Способен исполнять должностные обязанности командного состава судов в соответствии с нормативными документами	ПК-13.З.1 Знает должностные обязанности командного состава судов в соответствии с нормативными документами	ПК-13.У.1 Умеет исполнять должностные обязанности командного состава судов в соответствии с нормативными документами	ПК-13.В.1 Владеет способами исполнения должностных обязанностей командного состава судов в соответствии с нормативными документами
3	Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил	ПК-14.З.1 Знает правила несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил	ПК-14.У.1 Умеет применять знания правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил	ПК-14.В.1 Владеет знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил
4	Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами в соответствии с международными и национальными требованиями	ПК-3.З.1 Знает правила осуществления безопасного технического использования, технического обслуживания, диагностирования и ремонта систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами в соответствии с международными и национальными требованиями	ПК-3.У.1 Умеет осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами в соответствии с международными и национальными требованиями	ПК-3.В.1 Владеет способами осуществления безопасного технического использования, технического обслуживания, диагностирования и ремонта систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами в соответствии с международными и национальными требованиями

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие у обучающегося следующих требуемых Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года стандартов компетентности:

№ п/п	Таблица	Функция	Сфера компетентности
1	Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления	A-III/6-1. Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации	A-III/6-1.1. Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления
2	Наблюдение за работой автоматических систем управления двигательной установкой и вспомогательными механизмами	A-III/6-1. Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации	A-III/6-1.2. Наблюдение за работой автоматических систем управления двигательной установкой и вспомогательными механизмами
3	Техническое обслуживание и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами	A-III/6-2. Техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации	A-III/6-2.2. Техническое обслуживание и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами
4	Применение навыков руководителя и умение работать в команде	A-III/6-3. Управление операциями судна и забота о людях на судне на уровне эксплуатации	A-III/6-3.5. Применение навыков руководителя и умение работать в команде
5	Вклад в безопасность персонала и судна	A-III/6-3. Управление операциями судна и забота о людях на судне на уровне эксплуатации	A-III/6-3.6. Вклад в безопасность персонала и судна

6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение программы

6.1 Помещения и оборудование

№ п/п	Вид помещений	Оснащение помещений	№ помещений

1	Учебные аудитории для проведения учебных занятий	оборудование и технические средства обучения (Стул (32 ед.); Стол преподавательский (1 ед.); Компьютеры (1 ед.); Стол аудиторный (9 ед.); Стенд лабораторный по теоретическим основам электротехники "Ариадна" (7 ед.); мультимедийное оборудование (1 ед.) (770))	770
2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся	компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечение доступа в электронную информационно-образовательную среду университета	462

6.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование
1	Microsoft Office Professional Plus 2016 (Договор №44/109-15 от 28.12.2015 (бессрочно))
2	Microsoft Office ProPlus 2013 (Договор №44/59-18 от 09.04.2018 (бессрочно))

6.3 Карта обеспеченности печатными и(или) электронными изданиями и электронными образовательными ресурсами

№ п/п	Наименование источника	Год издания	Ресурс	Количество экземпляров
1	Крайнова, В.В. Методические указания по организации и выполнению внеаудиторной (самостоятельной) работы [Электронный ресурс] : для преподавателей и студ.по направлениям подготовки (спец.) высш.и сред.проф.образования / В. В. Крайнова ; ВГУВТ. - Н.Новгород, 2018. - 1 текст/файл. - Авторский вариант. – Режим доступа: http://94.100.87.24:8080/MarcWeb/Tmp/f15520.pdf	2 018	Электронный ресурс	0
2	Хватов, О.С.;Эксплуатационные режимы судовой электростанции танкера;метод.указания по моделированию на ПК режимов работы судовой электростанции танкера для студ.очн.обучения спец.180404;Бурмакин, О.А.Гусакова, Т.Н.Хватов, О.С.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 008	Текст	73
3	Хватов, О.С.;Управление работой виртуальной судовой электроэнергетической системы морского теплохода;метод.указания для студ.очн.обучения спец.180404;Бурмакин, О.А.Гусакова, Т.Н.Малышев, Ю.С.Хватов, О.С.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 010	Текст	142
4	Самулеев, В.И.;Судовые электроэнергетические системы;курс лекций для студ.очн.и заочн.обучения спец.180404;Самулеев, В.И.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 011	Текст	311
5	Самулеев, В.И.;Тренажерная подготовка вахтенных электромехаников (Автоматический и полуавтоматический режимы);метод.указания к выполн.лабор.работ для студ.спец.180404, 180403;Бурмакин, О.А.Гусакова, Т.Н.Самулеев, В.И.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 013	Текст	296
6	Самулеев, В.И.;Тренажерная подготовка вахтенных электромехаников (Автоматический и полуавтоматический режим);метод.указания для студ.очн.и заочн.обучения спец.180404, 180403;Бурмакин, О.А.Гусакова, Т.Н.Самулеев, В.И.Сычушкин, И.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 011	Электронный ресурс	0
7	Самулеев, В.И.;Тренажерная подготовка вахтенных электромехаников (Автоматический и полуавтоматический режимы);метод.указания к выполн.лабор.работ для студ.спец.180404, 180403;Бурмакин, О.А.Гусакова, Т.Н.Самулеев, В.И.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 013	Электронный ресурс	0
8	Хватов, О.С.;Эксплуатационные режимы судовой электростанции танкера;метод.указания по моделированию на ПК режимов работы судовой электростанции танкера для студ.очн.обучения спец.180404;Бурмакин, О.А.Гусакова, Т.Н.Хватов, О.С.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 008	Электронный ресурс	0
9	Хватов, О.С.;Управление работой виртуальной судовой электроэнергетической системы морского теплохода;метод.указания для студ.очн.обучения спец.180404;Бурмакин, О.А.Гусакова, Т.Н.Малышев, Ю.С.Хватов, О.С.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 010	Электронный ресурс	0
10	Самулеев, В.И.;Судовые электроэнергетические системы;курс лекций для студ.очн.и заочн.обучения спец.180404;Самулеев, В.И.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 011	Электронный ресурс	0

11	Гомзяков, М.В.;Судовая электроника и электротехника;профессиональное тестирование:учеб.пособие;Геращенко, Е.А.Гомзяков, М.В.-Владивосток,МГУ им.адм.Г.И.Невельского; URL: https://e.lanbook.com/book/20055 ;<null>	2 010	Электронный ресурс	0
12	Густилин, В.Н.;Практикум судового электрика;учеб.пособие;Густилин, В.Н.-Владивосток,МГУ им.адм.Г.И.Невельского; URL: https://e.lanbook.com/book/20144 ;<null>	2 012	Электронный ресурс	0
13	Радченко, П.М.;Тренажерная подготовка по системам автоматического управления судовыми электроэнергетическими установками;конспект лекций;Радченко, П.М.-Владивосток,МГУ им.адм.Г.И.Невельского; URL: https://e.lanbook.com/book/20156 ;<null>	2 010	Электронный ресурс	0

Программа предусматривает возможность применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Электронная информационно-образовательная среда университета с возможностью доступа к информационно- телекоммуникационной сети "Интернет" - Режим доступа: http://www.eios.vsuwt.ru/.

6.4 Современные профессиональные базы данных

№ п/п	Наименование
1	Статистический сборник: Транспорт в России- Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1136983505312
2	Центральная база статистических данных - Режим доступа: http://cbsd.gks.ru/

6.5 Информационные справочные системы

№ п/п	Наименование
1	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
2	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)
3	Справочная правовая система «КонсультантПлюс» - Режим доступа: http://www.consultant.ru (договор от 02.02.2015 г.)
4	Справочная правовая система «Гарант» - Режим доступа: http://www.garant.ru (договор 62/16 от 01.09.2016 г. - бессрочный)

7. Оценочные и методические материалы

Оценочные и методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, являются приложением к программе.

№ п/п	Индикатор достижения компетенций	Сфера компетентности (МК ПДНВ)	Контролируемые разделы (темы)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
				Вид контроля	Форма контроля		2	3	4	5
							не зачтено	зачтено		
1	ПК-10.У.1, ПК-10.В.1, ПК-13.У.1, ПК-13.В.1	A-III/6-1.1.,A-III/6-1.2.,A-III/6-2.2., A-III/6-3.6.	1,2,3,4,5,6,7	Текущий контроль	Лабораторная работа	Длительность 4 часа	Работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно	Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы, если в ходе проведения опыта, измерений, вычислений и наблюдений были допущены ошибки	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; но допускает несколько недочетов, оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил в основном на все контрольные вопросы	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил на все контрольные вопросы

2	ПК-14.У.1, ПК-14.В.1	А-III/6-1.1.,А-III/6-1.2.,А-III/6-2.2., А-III/6-3.6.	7,8,9,10	Текущий контроль	Лабораторная работа	Длительность 4 часа	Работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно	Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы, если в ходе проведения опыта, измерений, вычислений и наблюдений были допущены ошибки	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; но допускает несколько недочетов, оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил в основном на все контрольные вопросы	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил на все контрольные вопросы
3	ПК-3.У.1,ПК-3.В.1	А-III/6-1.1.,А-III/6-1.2.,А-III/6-2.2., А-III/6-3.6.	11,12,13,14,15,16	Текущий контроль	Лабораторная работа	Длительность 4 часа	Работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно	Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы, если в ходе проведения опыта, измерений, вычислений и наблюдений были допущены ошибки	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; но допускает несколько недочетов, оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил в основном на все контрольные вопросы	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил на все контрольные вопросы

4	ПК-3.У.1,ПК-3.В.1	А-III/6-1.1.,А-III/6-1.2.,А-III/6-2.2.,А-III/6-3.5.,А-III/6-3.6.	17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27	Текущий контроль	Лабораторная работа	Длительность 4 часа	Работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно	Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части позволяет получить правильные результаты и выводы, если в ходе проведения опыта, измерений, вычислений и наблюдений были допущены ошибки	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; но допускает несколько недочетов, оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил в основном на все контрольные вопросы	Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов, измерений, вычислений и наблюдений; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; оформление отчета согласно установленным требованиям; при защите отчета обучающийся ответил на все контрольные вопросы
5	ПК-10.З.1, ПК-10.У.1, ПК-10.В.1, ПК-13.З.1, ПК-13.У.1, ПК-13.В.1, ПК-14.З.1, ПК-14.У.1, ПК-14.В.1, ПК-3.З.1,ПК-3.У.1,ПК-3.В.1	А-III/6-1.1.,А-III/6-1.2.,А-III/6-2.2.,А-III/6-3.5.,А-III/6-3.6.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27	Промежуточная аттестация	Дифференцированный зачет	Длительность 1 час, выполняется на тренажере	Обучающийся показывает незнания основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с литературой, рекомендованной программой	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий при дополнительных вопросах преподавателя	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала; усвоил рекомендованную литературу; может объяснить взаимосвязь основных понятий в их значении для последующей профессиональной деятельности

6	ПК-10.З.1, ПК-10.У.1, ПК-10.В.1, ПК-13.З.1, ПК-13.У.1, ПК-13.В.1, ПК-14.З.1, ПК-14.У.1, ПК-14.В.1, ПК-3.З.1,ПК-3.У.1,ПК-3.В.1		1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	Итоговое тестирование	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский Государственный Университет Водного Транспорта»

Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»
специализация «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

Оценочные средства по дисциплине «Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов (Тренажер судовой электростанции)»

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ Хватов О.С.

Н.Новгород

Задания к лабораторным работам по дисциплине «Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов (Тренажер судовой электростанции)»

Формирует компетенции:

ПК-3 Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами в соответствии с международными и национальными требованиями

ПК-10 Способен осуществлять наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления

ПК-13 Способен исполнять должностные обязанности командного состава судов в соответствии с нормативными документами

ПК-14 Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил

A-III/6-1.1. Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления

A-III/6-1.2. Наблюдение за работой автоматических систем управления

A-III/6-2.2. Техническое обслуживание и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами

A-III/6-3.5. Применение навыков руководителя и умение работать в команде

A-III/6-3.6. Вклад в безопасность персонала и судна

Лабораторная работа № 1

Состав тренажерного комплекса

Цель: ознакомиться со структурой и силовым электрооборудованием тренажерного комплекса и органами управления.

1. Описание тренажерного комплекса

Рассмотрим составные части тренажерного комплекса.

1. Четырехсекционный главный распределительный щит (ГРЩ). На его лицевой стороне расположены панели управления системы PPM, дополнительная панель оператора, панель имитации неисправностей, регуляторы частотой вращения приводного двигателя и возбуждения синхронного генератора, переключатели подключения нагрузки, кнопки управления автоматическим выключателем генератора и контрольно-измерительные приборы.

2. Физические модели генераторных агрегатов. Приводной двигатель генератора имитируется асинхронным двигателем, который получает питание через преобразователь частоты фирмы OMRON. Воздействуя на преобразователь частоты с помощью переключателя, установленного на генераторной панели, можно изменять частоту вращения генератора в широком диапазоне.

Генератор является реальным трехфазным синхронным генератором с независимым электронным регулятором напряжения (AVR). Воздействуя на регулятор напряжения с помощью переключателя, установленного на генераторной панели, можно изменять напряжение генератора вниз и вверх от его номинального значения.

Имитаторы (генератор и приводной двигатель) смонтированы на общем основании и установлены в нижней части генераторной панели.

3. Четыре контроллера PPM фирмы DEIF. Предназначены для реализации функций управления, контроля и защиты двух ДГ (дизель-генераторов), ВГ (валогенератора) и АДГ (аварийного дизель-генератора). При этом панели управления системы смонтированы на лицевой стороне генераторной панели, а интерфейсные блоки внутри каждой секции рядом с имитаторами контролируемых объектов.

4. В системе PPM предусмотрена возможность объединения блоков в локальную вычислительную сеть с помощью стандартного интерфейса, поэтому в тренажере используется компьютер верхнего уровня, связанный с системой управления электростанцией (используется Modbus-протокол). На компьютере установлен пакет программного обеспечения M-Vision фирмы DEIF, посредством которого можно управлять электростанцией в автоматизированном или автоматическом режиме работы, проследить за рабочим состоянием дизель-генераторов, валогенератора и аварийного дизель-генератора электростанции.

5. Односекционный АРЩ (управление аварийным ДГ). На его лицевой стороне расположены панель управления контроллера PPU, панель имитации неисправностей, переключатели управления частотой вращения приводного двигателя и возбуждения синхронного генератора, соответственно, кнопки управления автоматическим выключателем генератора и контрольно-измерительные приборы.

2. Описание главного распределительного щита

Главный распределительный щит (ГРЩ) состоит из четырех секций (рис. 1): двух секций дизель-генераторов, одной секции валогенератора и одной секции управления. В секции управления ГРЩ установлен секционный выключатель сборных шин ГРЩ.

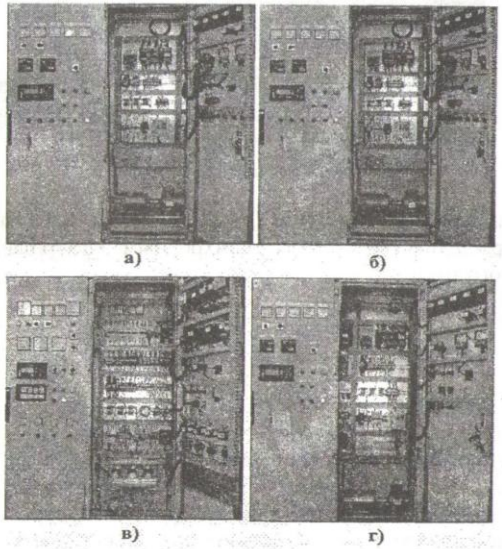


Рис. 1. Общий вид ГРЩ:
а) секция ДГ1; б) секция ДГ2; в) секция управления; г) секция ВГ

Физическая модель генераторного агрегата

Основная электростанция моделируемой электроэнергетической системы (ЭЭС) состоит из двух дизель-генераторных агрегатов переменного трехфазного тока мощностью по 0,4 кВт (ДГ1 и ДГ2) и одного валогенератора мощностью 0,4 кВт (ВГ). Основным распределительным устройством электростанции является автоматизированный главный распределительный щит (ГРЩ). Предусмотрен прием питания с берега на ГРЩ (с ручной синхронизацией). Дизель-генераторы и валогенератор имитируются физическими моделями, каждая из которых (рис. 2) включает в себя трехфазный

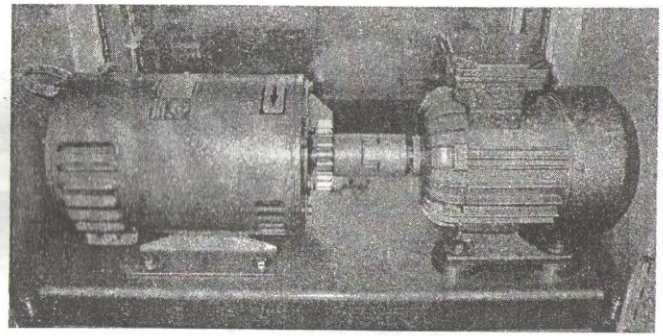


Рис. 2. Физическая модель дизель-генератора

синхронный генератор (3×400 В, 50 Гц, 0,4 кВт), приводимый во вращение трехфазным асинхронным электродвигателем переменного тока.

Система автоматического управления судовой электростанцией типа PMS

В ГРЩ встроена система автоматического управления судовой электростанцией PMS (Power Management System). PMS состоит из четырех блоков управления типа PPU (рис. 3) производства фирмы DEIF A/S, встроенных в каждую секцию щита. Каждый блок PPU управляет выключателями генераторов и секционным выключателем, а также имеет панель оператора (рис. 4). Последняя установлена

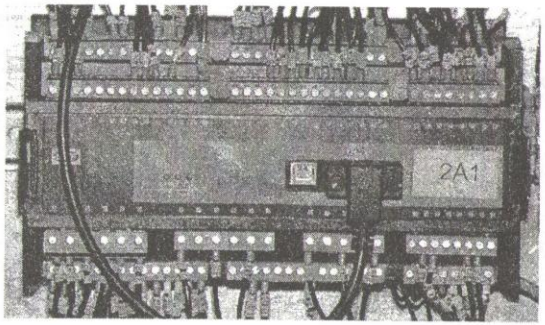


Рис. 3. Блок PPU

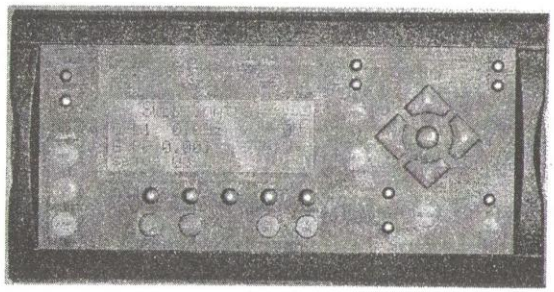


Рис. 4. Панель оператора

на лицевой стороне ГРЩ, на которой отображаются параметры управляемого блоком выключателя и генератора. Блок PPU, установленный в секции ДГ1, является базовым, он снабжен дополнительной панелью оператора (AOP) (рис. 5), которая используется для задания режима управления электростанцией.

В составе блока PPU имеются все необходимые электронные устройства для измерения электрических параметров 3-фазных систем с представлением результатов измерений и аварийных сигналов на экране LCD-дисплея. Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню, выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. Принципиальная схема подключения блока PPU показана на рис. 6.

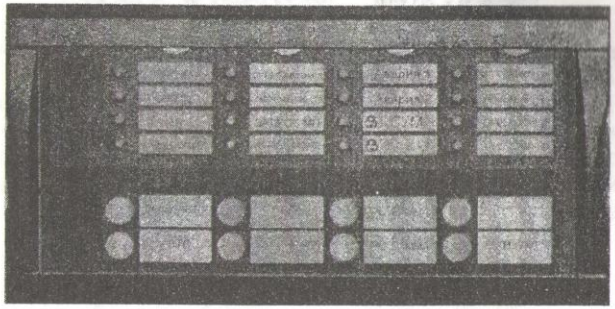


Рис. 5. Дополнительная панель оператора

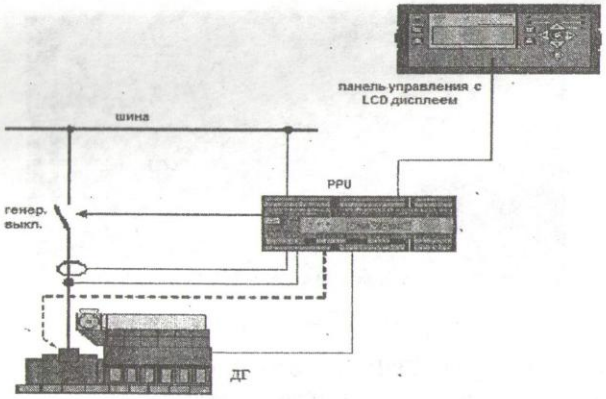


Рис. 6. Принципиальная схема подключения блока PPU

Преобразователь частоты

Для питания и управления приводными электродвигателями генераторов, в каждой генераторной секции установлены преобразователи частоты переменного тока (рис. 7). На эти преобразователи поступают задающие воздействия от электронных потенциометров EP-Q 96. Команды «ПУСК» и «СТОП» поступают непосредственно от PPM или от кнопок, установленных на лицевой панели ГРЩ.

В автоматическом режиме управления с блоков PPM на электронные потенциометры задания частоты дизель-генераторов поступают команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА МЕНЬШЕ».

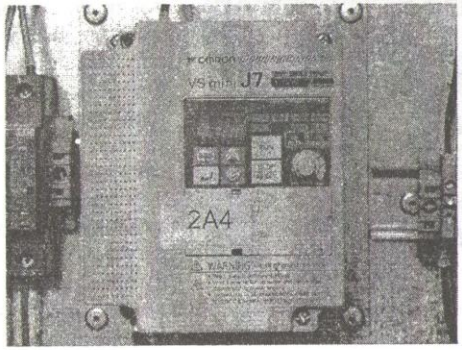


Рис. 7. Преобразователь частоты

Для автоматического управления EP-Q 96 ключ «MODE» нужно перевести в положение «AUTO».

Частота валогенератора управляется автоматически, задающим устройством для частоты является электронный потенциометр EP-Q 96.

Регулятор напряжения

Каждый генератор снабжен автоматическим регулятором напряжения. На эти регуляторы поступают команды от электронных потенциометров задания напряжения (EP-Q 96). В автоматическом режиме управления с блоков PPM на электронные потенциометры задания напряжения поступают команды «НАПРЯЖЕНИЕ БОЛЬШЕ» и «НАПРЯЖЕНИЕ МЕНЬШЕ».

Для автоматического управления EP-Q 96 ключ «MODE» нужно перевести в положение «AUTO».

Электронные потенциометры

В ГРЩ установлены электронные потенциометры (рис. 8), для управления регуляторами напряжения и преобразователями частоты.

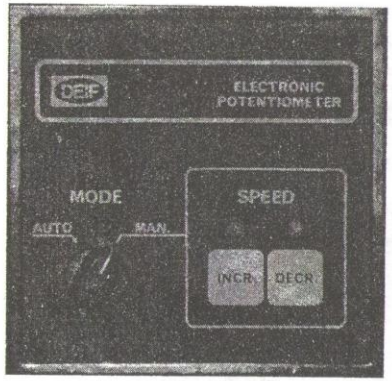


Рис. 8. Электронный потенциометр EP-Q96

Электронный потенциометр типа EP-Q96 представляет собой электронное устройство, заменяющее обычные поворотные потенциометры. Он не содержит подвижных частей и поэтому не требует технического обслуживания. EP-Q96 имеет маркировку CE для применения в гражданской, коммерческой областях, в легкой промышленности, а также в производственных помещениях.

Потенциометр EP-Q96 осуществляет преобразование сигнала от релейных выходов шагового ПИ-регулятора в сигнал напряжения, который затем используется для управления электронным регулятором скорости. Так как потенциометр является цифровым прибором, дрейф напряжения в процессе распределения нагрузки между дизельными генераторами в ручном режиме полностью отсутствует. В случае отключения и последующего восстановления напряжения питания показания потенциометра автоматически сбрасываются в исходную точку. Сигнал от электронного потенциометра шунтируется внутренним потенциометром сопротивлением 500 Ом. В результате получаются показанные ниже выходные сигналы. Переключатель на передней панели служит для выбора режима работы.

Automatic (автоматический): скорость контролируется сигналами, подаваемыми через электронные ключи – например, с помощью контроллера дизельного генератора фирмы DEIF типа PPU или через синхронизирующее реле.

Manual (ручной): повышение и понижение скорости производится с помощью двух кнопок управления на передней панели потенциометра, «INCR.» и «DECR.» соответственно.

Схемы подачи на вход постоянного напряжения с помощью потенциометра на блок PPU показаны на рис. 9.

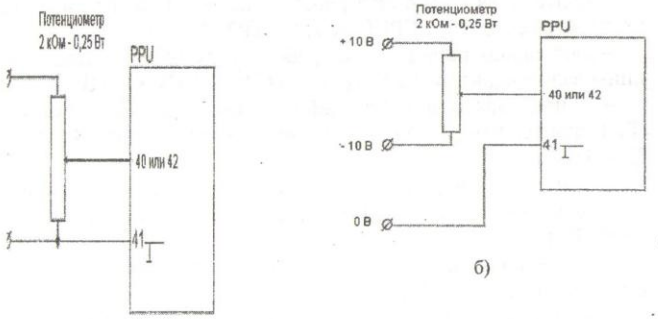


Рис. 9. Схемы подачи на вход постоянного напряжения:
а) 0 … 10 В; б) +/–10 В

Обеспечиваемые защиты

ГРЩ обеспечивает:

1) защиту генераторов: от перегрузки по току и мощности; от токов короткого замыкания; от обратной мощности; от снижения частоты; от снижения напряжения;

2) двухступенчатое отключение неответственных потребителей при перегрузке:

– фидера питания с берега и фидеров потребителей от токов короткого замыкания и перегрузки;

– фидера питания с берега от обрыва фазы, снижения напряжения и обратного чередования фаз;

– вспомогательных цепей и аппаратуры от токов короткого замыкания и перегрузки.

Лабораторная работа № 2
Автоматический режим работы главного распределительного щита

Цель: изучение устройства главного распределительного щита.

1. Режимы работы ГРЩ

ГРЩ обеспечивает следующие режимы работы судовой электростанции:

– длительная одиночная работа одного ДГ на главные шины и шины валогенератора ГРЩ (режимы ПОЛУАВТО, АВТО);

– длительная параллельная работа двух ДГ на главные шины и шины валогенератора ГРЩ (режимы ПОЛУАВТО, АВТО);

– длительная одиночная работа одного ДГ на главные шины ГРЩ, длительная работа ВГ на шины валогенератора (режим РАЗДЕЛЬНЫЙ);

– длительная параллельная работа двух ДГ на главные шины ГРЩ, длительная работа ВГ на шины валогенератора (режим РАЗДЕЛЬНЫЙ);

– длительная работа ВГ на шины валогенератора и на главные шины ГРЩ (режим ВГ);

– длительный прием питания с берега на главные шины и шины валогенератора ГРЩ;

– длительный прием питания с берега только на главные шины ГРЩ.

2. Описание работы ГРЩ

Выбор режима управления генераторами

Режим управления генераторами задается переключателями «УПРАВЛЕНИЕ» (рис. 10) для каждого генератора на соответствующей генераторной секции:

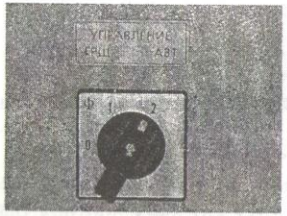


Рис. 10. Переключатель управления

«ВЫКЛ» – переключатель в положении «0». Управление генератором отключено, управление выключателем генератора заблокировано;

«ГРЩ» – переключатель в положении «1». Ручное управление генератором и его выключателем;

«АВТ» – переключатель в положении «2». Автоматическое управление генератором и его выключателем, ручное управление выключателем генератора заблокировано.

Автоматическому режиму ГРЩ соответствует режим, при котором хотя бы один генератор находится в режиме «АВТ». Запрещено изменять режим работы генераторных агрегатов с автоматического на ручной и обратно («АВТ», «ГРЩ») на работающих машинах.

Функционирование ГРЩ в автоматическом режиме

Автоматическому режиму ГРЩ соответствует режим, при котором хотя бы один генератор находится в режиме «АВТ». Если генератор находится в режиме автоматического управления, необходимо внимательно относиться к вмешательству в процесс управления, поскольку это может привести к нештатным и аварийным ситуациям, к выходу аппаратуры ГРЩ и ДГ из строя.

Основные режимы автоматического управления

При рассмотрении автоматических режимов необходимо изучить учебное пособие [2].

Основным режимом автоматического управления является режим, при котором секционный выключатель включен, все генераторы находятся в режиме «АВТ», один из них является основным, а другой резервным (согласно настройкам в PMS).

При достижении нагрузки основного ДГ, равной 70% от его номинальной мощности или более, в течение не менее 10 секунд по команде от PMS будет запущен резервный ДГ, затем синхронизирован и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка равномерно распределяется между двумя ДГ и её автоматическое распределение производится постоянно.

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при получении от основного ДГ предупредительного сигнала о некритичной неисправности по команде от PMS будет запущен резервный ДГ. Затем этот ДГ синхронизируется и включается на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка будет плавно переведена на резервный ДГ, после чего основной ДГ отключается от шин и останавливается. После остановки основной ДГ будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока его обобщенный предупредительный сигнал не снимется.

Некритичная неисправность – неисправность, не требующая немедленной остановки ДГ.

Неисправность может имитироваться при помощи потенциометров (рис. 11) и кнопок (рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора. Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, то при получении от основного ДГ сигнала о критичной не-

исправности (например, с помощью грибовидной кнопки аварийной остановки) будет немедленно отключен его автоматический выключатель и выдана команда на остановку. Если резервный ДГ остановлен и готов к запуску, то будет выдана команда на его запуск, и после запуска резервного ДГ его выключатель будет включен. Если в момент аварийной остановки основного ДГ резервный ДГ работал в параллель с основным, то резервный ДГ остается в работе. Основной ДГ считается неготовым к запуску до тех пор, пока его сигнал неисправности не снимется.



Рис. 11. Потенциометры имитации аварий

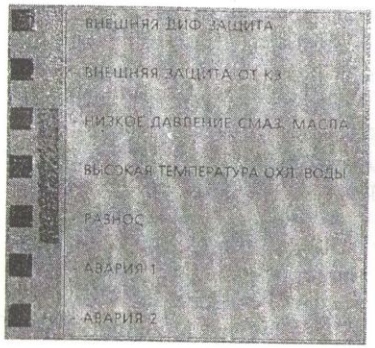


Рис. 12. Кнопки имитации аварий

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при отключении выключателя основного ДГ током короткого замыкания, запуск резервного ДГ не будет произведен (защита от включения на короткое замыкание). При этом основной ДГ остается запущенным. После квитирования аварийных сигналов (на автоматическом выключателе и устройстве защиты генератора), если основной ДГ продолжает работать – будет произведено включение его на сборные шины. Если основной ДГ остановлен и готов к запуску, то он будет запущен и включен на сборные шины. Если основной ДГ к запуску не

готов, то будет произведен запуск и включение на сборные шины резервного ДГ.

Если основной и резервный ДГ работают параллельно и мощность обоих составит менее 20% на каждый ДГ в течение не менее 45 секунд, то нагрузка с резервного ДГ будет плавно переведена на основной, после чего резервный ДГ будет отключен и остановлен.

При получении обобщенного предупредительного сигнала от любого из параллельно работающих ДГ, неисправный ДГ будет плавно разгружен, отключен от главных сборных шин и остановлен и будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока обобщенный предупредительный сигнал не снимется. В случае получения сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» (рис. 13) от одного из работающих в параллель ДГ, этот ДГ будет немедленно отключен от главных сборных шин и остановлен. При включении валогенератора (ВГ) не предусмотрено длительной параллельной работы и распределения нагрузки между ДГ и ВГ. После автоматической синхронизации осуществляется только плавный перевод нагрузки с ДГ на ВГ и обратно.



Рис. 13. Кнопка аварийной остановки

Другие режимы автоматического управления ГРЩ

В режиме, когда оба ДГ являются основными, и если на главные сборные шины ГРЩ не работает валогенератор, они будут работать в параллель, даже при длительном снижении нагрузки на каждый ДГ менее чем на 20%. При этом будет производиться автоматическое распределение нагрузки между ДГ. При получении от какого-либо ДГ сигнала о неисправности или сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» (см. рис. 13), неисправный ДГ будет отключен, разгружен и остановлен. После снятия всех сигналов о неисправности, остановленный ДГ будет вновь запущен, синхронизирован с шинами и введен в работу.

В режиме, когда оба ДГ являются резервными, если на главные сборные шины ГРЩ не работает ВГ, один из ДГ будет постоянно работать на главные сборные шины ГРЩ. При росте и удержании

нагрузки на работающий ДГ 90% и более в течение не менее 45 секунд, будет запущен другой ДГ, синхронизирован и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения будет производиться автоматическое распределение нагрузки между ДГ. При снижении нагрузки до 20% и менее на каждый ДГ в течение не менее 45 секунд, ДГ1 будет разгружен, отключен от главных сборных шин и остановлен.

При получении от какого-либо ДГ сигнала о неисправности или сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» неисправный ДГ будет отключен, разгружен и остановлен.

Средства имитации на ГРЩ

Ввиду крайней технической сложности, некоторые параметры в моделируемой электростанции вместо реальных заменены на имитируемые. Для изменения значений этих параметров предусмотрены соответствующие органы управления.

Приводные двигатели генераторов имитируются асинхронными трехфазными двигателями, получающими питание от преобразователей частоты (ПЧ).

Сигналы неисправности от датчиков низкого уровня масла, повышенной температуры воды и превышения критической частоты вращения, навешенных на приводные двигатели генераторов, имитируются кнопками (см. рис. 12). Исправность этих цепей непрерывно контролируется блоками управления генераторов.

Срабатывание устройств защиты от токов короткого замыкания и дифференциальной защиты генератора также имитируется кнопками [6, 8].

Средства коммуникации

Все блоки управления PPM связаны между собой общей шиной с интерфейсом CAN. Это необходимо для согласованного совместного функционирования всех устройств автоматики в ГРЩ.

Дополнительно все блоки автоматики в ГРЩ и АРЩ имеют встроенный интерфейс RS-485 ModBUS-RTU. Все блоки автоматики объединены по этому интерфейсу в общую шину. Возможно подключение к этой шине в АРЩ к персональному компьютеру или промышленному контроллеру по интерфейсу RS-485 ModBUS-RTU. Для

подключения к персональному компьютеру необходимо наличие в компьютере последовательного COM-порта с интерфейсом RS-232 или RS-485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-232 необходим внешний интерфейсный преобразователь RS-232/485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-485 возможно прямое подключение (без интерфейсного преобразователя) к шине данных ModBUS-RTU.

Для отображения параметров и структуры электростанции необходимо программное обеспечение DEIF A/S для устройств типа Multi-line2 PPU и PPM.

Возможен и прямой обмен данными с устройствами автоматики ГРЩ и АРЩ при помощи любого программного обеспечения, поддерживающего протокол ModBUS-RTU в режиме MASTER – например ModBUS-совместимый OPC-сервер, эмулятор ModBUS и т.д.

Параметры коммуникации (адреса устройств на шине ModBUS, скорость обмена данными, четность и прочие параметры связи) задаются в устройствах PPU и PPM.

Лабораторная работа № 3

Аварийный распределительный щит

Цель: изучение устройства аварийного распределительного щита.

1. Описание аварийного распределительного щита

Аварийный распределительный щит (АРЩ) состоит из одной секции аварийного дизель-генератора. Общий вид аварийного распределительного щита показан на рис. 14.

Физическая модель генераторного агрегата

Аварийная электростанция моделируемой ЭЭС состоит из одного аварийного дизель-генераторного агрегата мощностью 0,4 кВт (рис. 15). Аварийный дизель-генератор (АДГ) имитируется физической моделью, которая включает в себя трехфазный синхронный генератор 3×400 В, 50 Гц, 0,4 кВт, приводимый во вращение трехфазным асинхронным электродвигателем переменного тока.

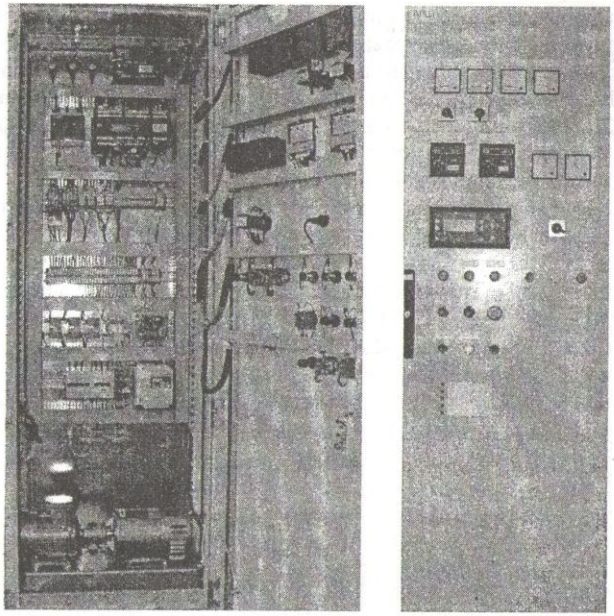


Рис. 14. Общий вид аварийного распределительного щита

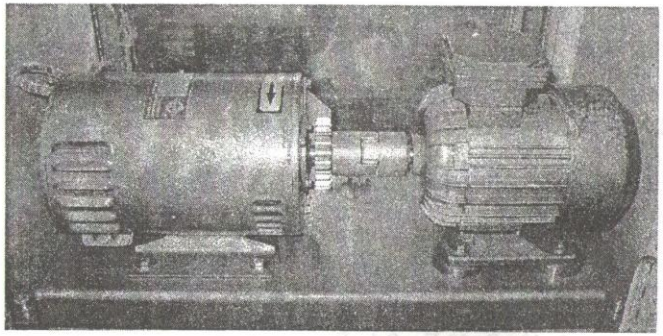


Рис. 15. Физическая модель аварийного дизель-генератора

На рис. 16 показана электрическая принципиальная схема аварийного распределительного щита.

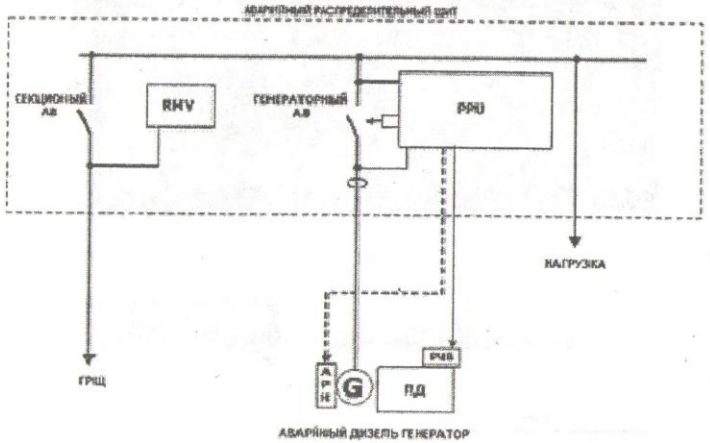


Рис. 16. Схема электрическая принципиальная

Блок управления генератором типа PPU

В АРЩ установлен блок управления генератором типа PPU, представляющий собой микропроцессорный блок, содержащий все необходимые функции управления синхронным генератором. Блок PPU (см. рис. 3) выполняет синхронизацию системы, и обеспечивает все функции контроля и защиты генератора. Контроллер PPU управляет выключателем АДГ и имеет панель оператора, установленную на лицевой стороне АРЩ (рис. 17), на которой отображаются параметры АДГ.

В составе блока PPU имеются все необходимые электронные устройства для измерения электрических параметров 3-фазных систем с представлением результатов измерений и аварийных сигналов на экране LCD-дисплея. Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню (с возможностью защиты паролем), выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. Принципиальная схема подключения блока PPU показана на рис. 18.

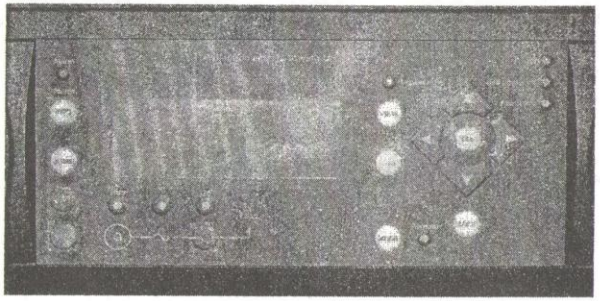


Рис. 17. Панель оператора

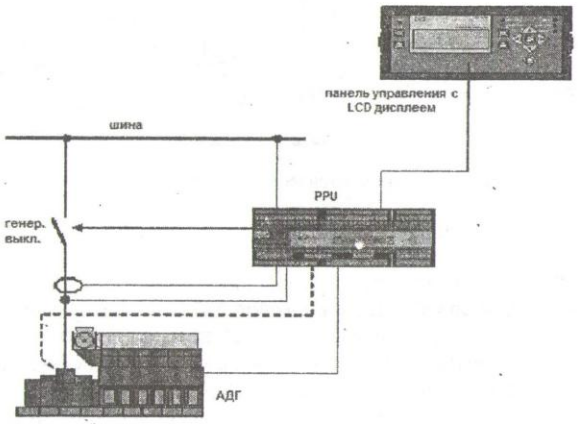


Рис. 18. Принципиальная схема подключения блока PPU

Преобразователь частоты

Для питания и управления приводным электродвигателем АДГ в АРЩ установлен преобразователь частоты переменного тока (рис. 19). На этот преобразователь поступают команды от блока PPU (команды «ПУСК» и «СТОП») и от электронных потенциометров задания частоты (команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА

МЕНЬШЕ»). В автоматическом режиме управления с блока PPU на электронные потенциометры задания частоты дизель-генератора поступают команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА МЕНЬШЕ».

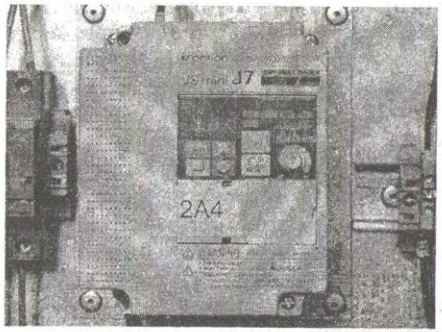


Рис. 19. Преобразователь частоты

Для программирования преобразователя и написания управляющих программ может использоваться пакет программного обеспечения для персонального компьютера под OS WINDOWS [4].

Реле контроля напряжения

В АРЩ в автоматическом режиме ведется непрерывный контроль напряжения на вводе питания от ГРЩ при помощи реле контроля напряжения (рис. 20).

Защитные реле напряжения RMV-112D входят в состав серии реле DEIF, предназначенных для защиты и управления генераторами, и могут применяться как на судах, так и в качестве берегового оборудования.

Реле имеют одобрение главных классификационных обществ. Реле напряжения могут применяться для защиты генераторов, моторов и

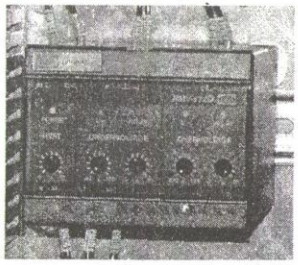


Рис. 20. Реле контроля напряжения RMV-112D

трансформаторов при колебании напряжения в системе. Реле отслеживает напряжение на всех трех фазах, обнаруживая повышение и понижение напряжения. С помощью индикатора LED производит указание аварийной ситуации; указание активированного реле.

Реле производит измерения напряжения на всех трех фазах, обеспечивая RMS измерение синусоидального напряжения. Если напряжение падает ниже допустимого критического значения или превосходит верхнее критическое значение, то будет активирован соответствующий выходной сигнал (минимальное/максимальное напряжение составляет U< + U>).

При обнаружении высокого входного напряжения и в случае, если это напряжение превосходит верхнее критическое значение, активируется выходной сигнал (максимальное напряжение U> and U>).

При обнаружении низкого входного напряжения и в случае, если это напряжение падает ниже критического значения, активируется выходной сигнал (минимальное напряжение U < and U<).

Критическое значение указывается с помощью потенциометров на передней панели реле.

При превышении указанного значения будет включен соответствующий таймер, который будет работать в течение всего аварийного периода. Задержка не зависит от того, насколько превышено критическое значение. Если характеристика вернется к нормальному значению, то на таймере устанавливается исходное значение. После истечения временного периода, установленного на таймере, контакт и встроенная схема гистерезиса активируются, а соответствующий красный индикатор LED включается.

В реле применяется регулируемый гистерезис (общий для обоих контактов), т.е. разница в 1,10% от значения Un между подачей напряжения на реле и отключением напряжения. Если аварийное напряжение равно или меньше предварительно установленного значения гистерезиса, то реле будет деактивировано.

Реле обеспечивает подачу выходных сигналов двух видов: U< – минимальный контакт, U> – максимальный контакт. Контакты могут быть в норме под напряжением или без напряжения.

Контакт (в норме без напряжения) рекомендуется при установке в качестве судового оборудования, используемого для регулировки и управления. В случае перебоев в подаче вспомогательного питания контакты не будут активированы. Реле снабжено схемой контроля за включением питания с периодом времени 200 ms, что

обеспечивает корректное функционирование реле при подключении вспомогательного напряжения.

Реле, кроме того, оснащено зеленым индикатором LED "POWER" для показания, что питание включено. Цепь управления показана на рис. 21.

Все элементы управления (за исключением команд автоматического выключателя) выполнены для напряжения постоянного тока 24 В. Силовая цепь контроля напряжения изображена на рис. 22.

Измерительные приборы

На АРЩ предусмотрены стрелочные измерительные приборы для контроля всех необходимых величин.

Силовые полупроводниковые устройства должны быть оборудованы измерительными приборами в соответствии с их назначением. На рис. 23 показаны общий вид и схема подключения вольтметра (*а*), амперметра (*б*) и ваттметра (*в*).

Внутренний и внешний каналы связи

Канал передачи информации должен непрерывно самоконтролироваться с целью обнаружения отказов в нем самом и сбоев в передаче информации на узлах. При обнаружении неисправности должна срабатывать сигнализация.

Если канал передачи информации используется для двух и более ответственных функций, он должен быть резервированным. Резервированные каналы передачи данных должны прокладываться отдельно и на возможно большем удалении друг от друга.

Переключение между резервированными каналами не должно вызывать нарушений в передаче информации и в непрерывном функционировании системы. При автоматическом переключении должен подаваться сигнал АПС.

Для обеспечения нормального обмена информацией между различными системами должны использоваться стандартные интерфейсы. Компьютерная система должна быть построена таким образом, чтобы в случае выхода ее из строя объекты управления автоматически приводились в наименее опасное состояние. Неисправность системы и ее перезапуск не должны приводить управляемые процессы в неопределенное или критическое состояние.

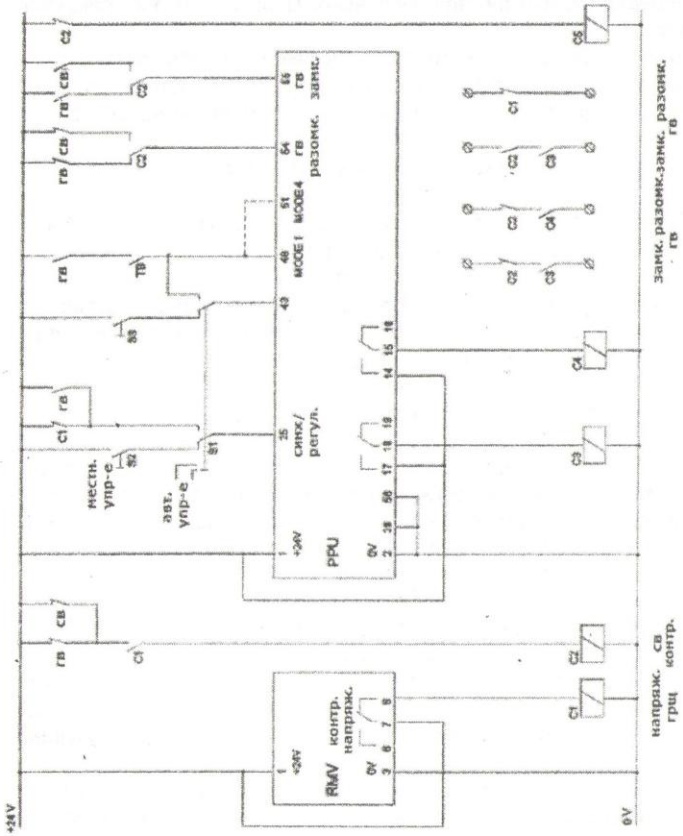


Рис. 21. Цепь управления

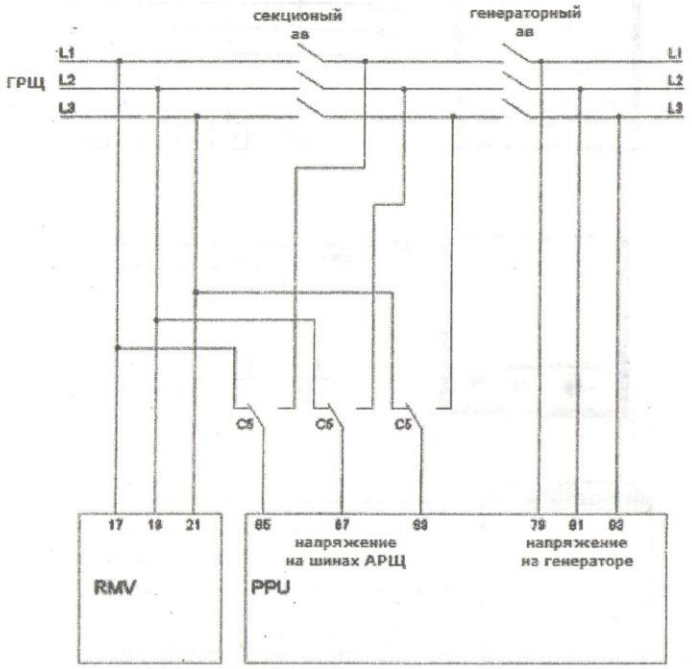


Рис. 22. Силовая цепь контроля напряжения

Примечание. Контакты, находящиеся в норме под напряжением, не активируются в течение 200 ms после подсоединения вспомогательного напряжения. Подобным образом реле снабжены схемой контроля за выключением питания с периодом времени 200 ms, что обеспечивает наблюдение и поддержание функций при превышении установленных значений в течение 200 ms после отключения вспомогательного напряжения.

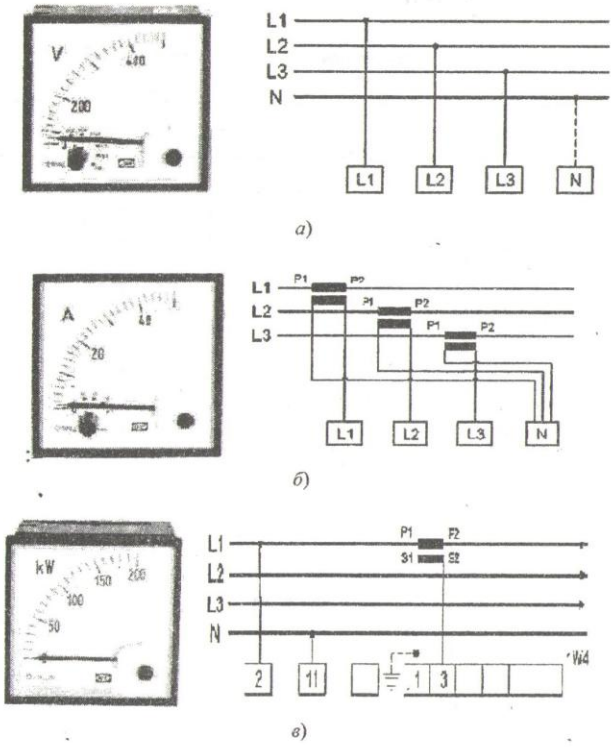


Рис. 23. Общий вид и схемы подключения
вольтметра EQ72-x (*а*); амперметра EQ72-x (*б*) и ваттметра EQ72-x (*в*)

Системы управления, аварийно-предупредительной сигнализации и защиты выполнены таким образом, чтобы единичный отказ в компьютерной системе не мог повлиять на более чем одну из указанных функций.

Используемый в системе канал CAN предназначен только для внутренней связи. Соединение с другими системами связи не допускается. Если требуется связь с внешней системой, необходимо выбрать дополнительную панель управления связью. Внешний канал необходим для связи с внешней системой контроля и аварийной сигнализации или с контроллером двигателя.

Все блоки автоматики в АРЩ имеют встроенный интерфейс RS-485 ModBUS-RTU. Все блоки автоматики объединены по этому интерфейсу в общую шину.

Возможно подключение этой шины в АРЩ к персональному компьютеру или промышленному контроллеру по интерфейсу RS-485 ModBUS-RTU. Для подключения к персональному компьютеру необходимо наличие в компьютере последовательного COM-порта с интерфейсом RS-232 или RS-485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-232 необходим внешний интерфейсный преобразователь RS-232/485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-485 возможно прямое (без интерфейсного преобразователя) подключение к шине данных ModBUS-RTU.

Для отображения параметров и структуры электростанции необходимо программное обеспечение DEIF A/S для устройств типа multi-line 2 PPU.

Возможен и прямой обмен данными с устройствами автоматики АРЩ при помощи любого программного обеспечения, поддерживающего протокол ModBUS-RTU в режиме MASTER – например ModBUS-совместимый OPC-сервер, эмулятор ModBUS и т.д.

Параметры коммуникации (адреса устройств на шине ModBUS, скорость обмена данными, четность и прочие параметры связи) задаются в устройстве PPU.

Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню (с возможностью защиты паролем), выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. При этом используется встроенное сервисное программное обеспечение Multi-line 2 на базе операционной системы Windows®. Помимо стандартных функций сервисная программа обеспечивает дополнительные возможности, например, вывод на экран всей необходимой информации для приемочной проверки, сохранение и загрузка настроек, а также обновление программного обеспечения.

2. Режимы работы АРЩ

АРЩ обеспечивает следующие режимы работы аварийной электростанции:

– длительную одиночную работу АДГ на шины АРЩ;
– длительный прием питания с ГРЩ на шины АРЩ.

Выбор режима управления АРЩ

Режим управления задается переключателем «УПРАВЛЕНИЕ» для всего щита:

«ОТКЛ» – управление отключено, управление выключателем генератора заблокировано.

«ГРЩ» – ручное управление генератором и его выключателем, проверка работы автоматики АРЩ;

«АВТ» – автоматическое управление генератором и его выключателем, ручное управление выключателем генератора заблокировано.

Ручное управление АДГ и его выключателем, подстройка частоты и напряжения запрещены, если для АРЩ выбран режим управления «АВТ». Включение источников электроэнергии на шины без синхронизации допускается только при обесточенных сборных шинах.

Функционирование АРЩ в автоматическом режиме

Если АРЩ находится в режиме автоматического управления, то ручное вмешательство в управление недопустимо, поскольку это может привести к нештатным и аварийным ситуациям, к выходу аппаратуры АРЩ и генератора из строя.

Основная функция, выполняемая АРЩ, – поддержание электропитания на сборных шинах АРЩ и надежное снабжение электроэнергией ответственных судовых потребителей, получающих питание от АРЩ.

АРЩ получает основное питание от ГРЩ и резервное (в случае исчезновения основного) – от АДГ.

В АРЩ в автоматическом режиме ведется непрерывный контроль напряжения на вводе питания от ГРЩ при помощи реле контроля напряжения. При снижении или полном исчезновении напряжения на вводе от ГРЩ аппаратура АРЩ обеспечивает: отключение фидера приема питания от ГРЩ; выдача команды на запуск АДГ; при получении от генератора сигнала «готов к приему нагрузки» – включение АДГ на обесточенные шины АРЩ.

После перехода на питание от АДГ контроль напряжения на вводе от ГРЩ продолжается. При появлении напряжения на вводе от ГРЩ аппаратура АРЩ обеспечивает:

– выдержку времени – как правило, несколько минут с момента появления напряжения на вводе от ГРЩ;

– по истечении выдержки времени – отключение выключателя АДГ и вслед за этим немедленное включение выключателя ввода от АДГ;

– остановку АДГ.

После остановки АДГ АРЩ вновь готов к автоматическому запуску АДГ в случае обесточивания АРЩ.

Лабораторная работа № 4

M-Vision. Система удаленного контроля, управления и сбора данных

Цель: изучение работы системы удаленного контроля, управления и сбора данных.

1. Обзор приложения системы M-Vision

Система удаленного контроля, управления и сбора данных M-Vision предназначена для работы с контроллерами управления дизель-генераторными агрегатами серии Multi-line 2 (рис. 24). Система представляет собой программное обеспечение, устанавливаемое на компьютере оператора судовой электростанции. Программное обеспечение состоит из трех частей: среды разработки проекта, сервера и клиента M-Vision. Удаленный персональный компьютер с установленным программным продуктом M-Vision позволяет осуществлять дистанционный контроль и управление судовой электростанцией. На экран монитора выводится мнемосхема электростанции, на которой изображены дизель-генераторы, валогенератор, аварийный дизель-генератор, нагрузки, а также все автоматические выключатели и контрольно-измерительные приборы, демонстрирующие параметры работающих генераторных агрегатов.

Управляя курсором на экране монитора, можно с удаленного компьютера управлять генераторными агрегатами и их автоматическими выключателями. Кроме того, имеется возможность представить на экране монитора контролируемые параметры всех работающих генераторов в виде таблиц или непрерывно меняющихся

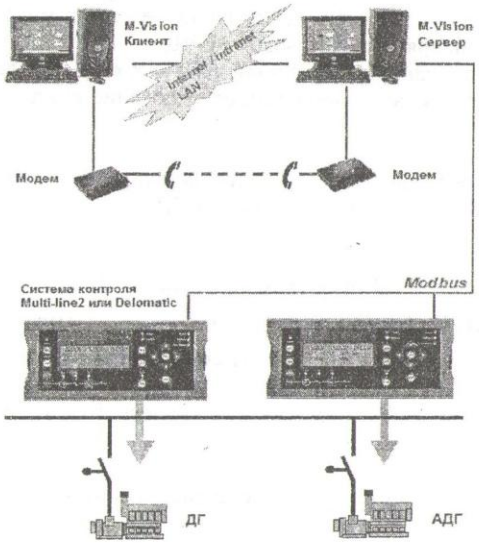


Рис. 24. Организация связи между приложениями M-Vision

графиков (осциллограмм). При необходимости имеется возможность через адаптер, подключить до восьми мониторов, за которыми обучающиеся могут проследить, как изменяются параметры рабочих и переходных процессов при управлении режимами работы и нагрузкой электростанции.

2. Описание окон приложения системы M-Vision

Окно «Power Plant»

Это окно представляет информацию об электростанции в виде анимированных графических элементов на однолинейной мнемосхеме и является удобным пользовательским интерфейсом для управления электростанцией (рис. 25).

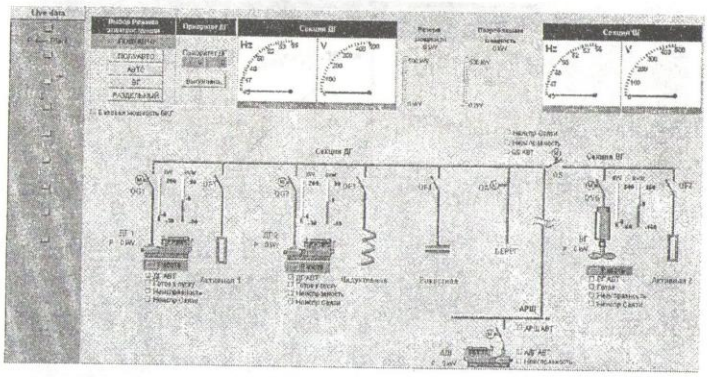


Рис. 25. Окно «Power Plant»

Шины, находящиеся под напряжением, индицируются зеленым цветом. Рядом с изображениями ДГ1, ДГ2, ВГ, АДГ расположены индикаторы состояния и потребляемая нагрузкой мощность. В левом верхнем углу имеются кнопки выбора режима работы электростанции.

Переход из полуавтоматического управления в режимы «ВГ» и «РАЗДЕЛЬНЫЙ» происходит через режим «АВТО». Справа от них с помощью кнопки «Выполнить» осуществляется выбор основного и резервного ДГ (1 – основной, 2 – резервный).

В этом окне изображены также анимированные частотомеры и вольтметры секции ДГ и ВГ.

Окна «Diesel Generator 1» и «Diesel Generator 2»

Здесь осуществляется управление дизель-генераторами 1 (ДГ1) и 2 (ДГ2), а также выводится информация в виде анимированных графических элементов.

На рис. 26 показано управление ДГ1. Кнопками «ПУСК» и «СТОП» соответственно запускаем или останавливаем генератор, кнопками «QG1 ВКЛ» и «QG1 ВЫКЛ» – устанавливаем или снимаем генератор с шин.

Справа от кнопок управления изображены индикаторы фазных токов и линейных напряжений генератора. Над кнопками управления находятся индикаторы состояния генератора.

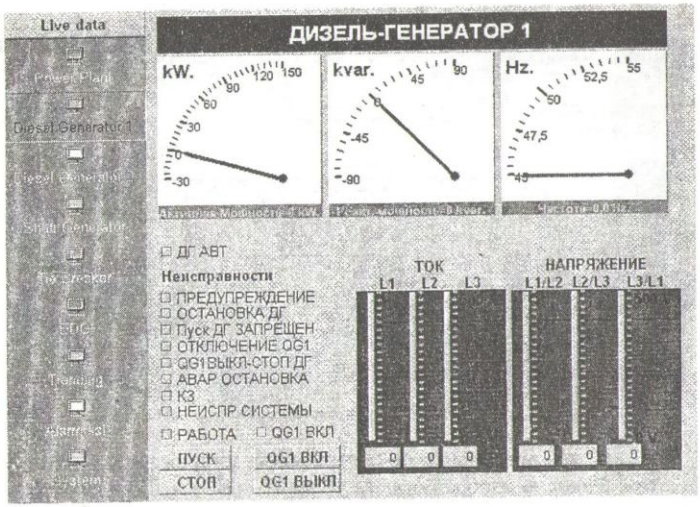


Рис. 26. Окно «Diesel Generator 1»

В верхней части окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры ДГ1.

Аналогично осуществляется управление дизель-генератором ДГ2: кнопки «ПУСК» и «СТОП» – запуск или остановка генератора, кнопки «QG2 ВКЛ» и «QG2 ВЫКЛ» – установка или съем генератора с шин. Вверху так же расположены измерительные приборы.

Окно «Shaft Generator»

В этом окне выводится информация о валогенераторе (ВГ) в виде анимированных графических элементов (рис. 27).

В правом нижнем углу расположены индикаторы фазных токов и линейных напряжений ВГ, в левом – индикаторы состояния ВГ. В верхней части окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры валогенератора. Управление запуском и остановкой ВГ осуществляется с ГРЩ в ручном режиме.



Рис. 27. Окно «Shaft Generator»

Окно «Tie Breaker»

Это окно предоставляет возможность включать и отключать секционный выключатель с помощью кнопок «QS ВКЛ» и «QS ВЫКЛ», а также контролировать частоту и напряжение на шинах секций ДГ и ВГ (рис. 28).

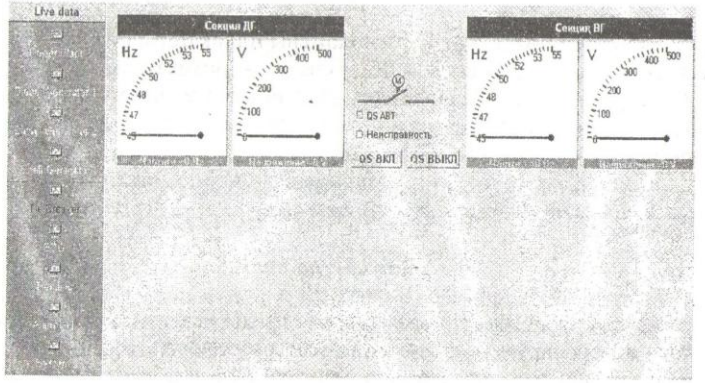


Рис. 28. Окно «Tie Breaker»

Окно «EDG»

В этом окне выводится информация о аварийном дизель-генераторе (АДГ) в виде анимированных графических элементов (рис. 29).



Рис. 29. Окно «EDG»

В правом нижнем углу расположены индикаторы фазных токов и линейных напряжений АДГ, в левом – индикаторы состояния АДГ. В верху окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры аварийного дизель-генератора.

При управлении с компьютера запуск и остановка АДГ в автоматизированном режиме не осуществляется.

Окно «Trending»

В этом окне имеется возможность представить на экране монитора контролируемые параметры всех работающих генераторов в виде таблиц или непрерывно меняющихся графиков (осциллограмм) (рис. 30).

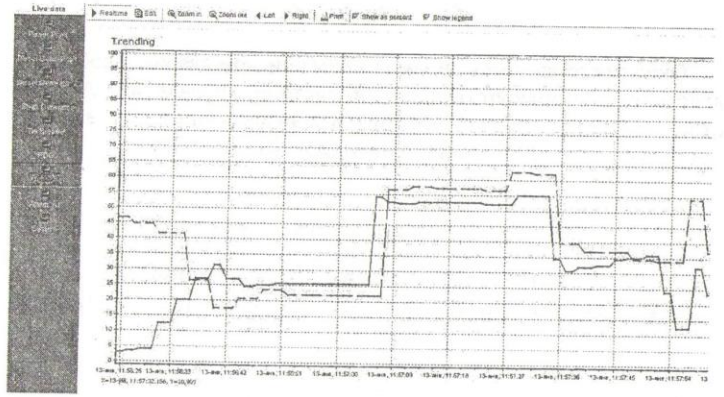


Рис. 30. Окно «Trending»

Окно «System»

В этом окне изображена схема внешнего и внутреннего каналов связи тренажерного стенда (рис. 31).

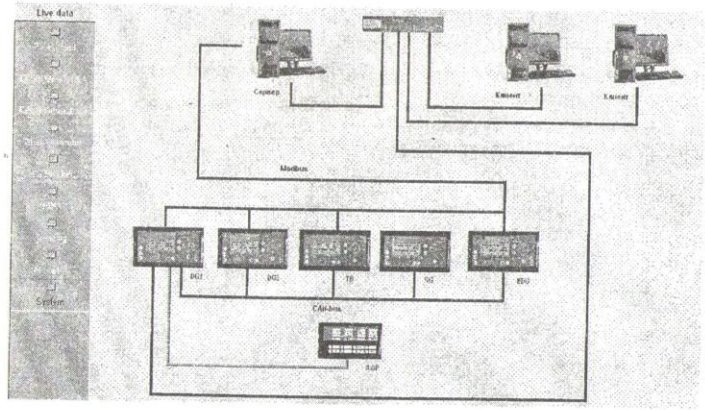


Рис. 31. Окно «System»

Окно «Alarm list»

Окно представляется динамическим списком аварий и событий, действительно присутствующих в системе управления. Аварии отображаются различным цветом – в зависимости от их статуса и могут быть переданы в электронную базу данных.

Лабораторная работа № 5

Компьютерное управление судовой автоматизированной электроэнергетической системой

Цель: приобретение навыков управления электростанцией в различных режимах работы судна.

1. Общие сведения

Для управления тренажерным стендом с компьютера устанавливаем переключатель управления всех секций в положение 2 (АВТ.) – см. рис. 10. Переключатель «MODE» всех электронных потенциометров переводим в положение «AUTO» – см. рис. 8.

Включение и выключение нагрузок производится с помощью переключателей (рис. 32) на СУ. По часовой стрелке происходит мгновенное включение нагрузки, а против часовой стрелки – с запросом на подключение.

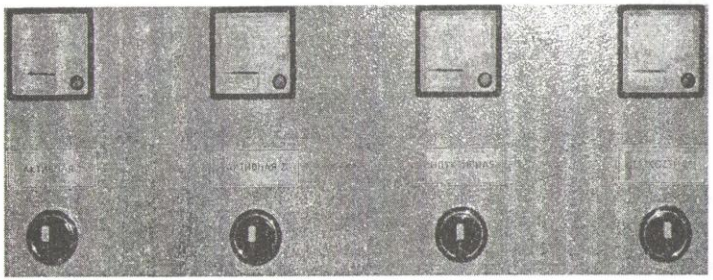


Рис. 32. Переключатели нагрузок

Имитация аварийных ситуаций может осуществляться при помощи потенциометров (см. рис. 11) и кнопок (см. рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора.

В лабораторной работе реализованы основные эксплуатационные режимы работы судна. Перед её выполнением следует ознакомиться с Правилами Российского Морского Регистра Судоходства [1, 9].

В эксплуатационных режимах работы различные устройства судна будут имитироваться одинаковыми нагрузками, так как их количество ограничено.

2. Режимы работы судна

Одиночная работа ДГ

Прежде чем перейти работать к судовой электростанции, необходимо отключится от берега. Береговой режим является ненагруженным. Питание от берега получают неосновные потребители, мощность которых невелика. Чтобы избежать перерыва в питании, при необходимости, допускается кратковременная параллельная работа каждого генератора с берегом. Длительная параллельная работа не допускается в связи с разными требованиями по отклонению напряжения и частоты у судовых и береговых электростанций.

На данном тренажерном стенде при управлении с компьютера нет возможности осуществить синхронизацию с берегом, поэтому приходится отключать береговой автомат вручную. После отключения питания с берега (кнопкой QSC на СУ) лабораторный комплекс переходит в автоматический режим.

В режиме ПОЛУАВТО с панели управления (см. рис. 4) на ГРЩ кнопкой «Start» или с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 1» (см. рис. 26) кнопкой «Пуск» производится запуск ДГ. После установки номинальных параметров генератор автоматическим выключателем кнопкой «CB ON» с панели управления или кнопкой «QG1 вкл» с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 1» будет включен на шины.

Для автоматического запуска дизель-генератора переключатель на пульте управления ставим в положение *Автозапуск*. Замыкаются контакты в цепи реле пуска. Происходит прокачка маслом и воз-

душный запуск двигателя. При достижении валом дизеля определенной частоты вращения, он переходит работать на топливо, отключается электродвигатель предпусковой прокачки масла и прекращается подача пускового воздуха.

Происходит самовозбуждение генератора и при номинальном напряжении он подключается на ГРЩ (рис. 33). После того как ДГ1 встанет на шины, тренажерный стенд переводится в режим «ПОЛУАВТО».

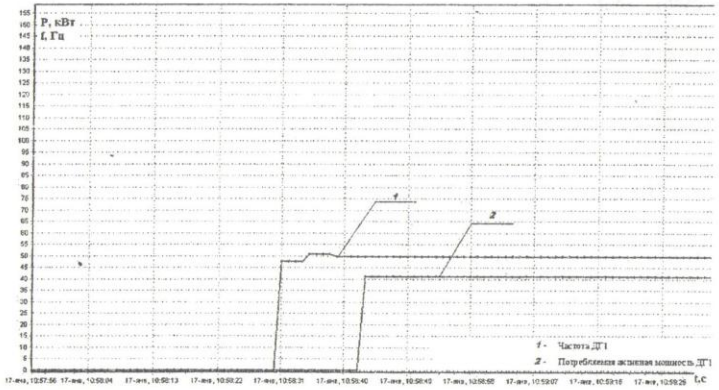


Рис. 33. Включение ДГ на шины ГРЩ

Параллельная работа ДГ

При включении дизель-генераторов на параллельную работу выполняются следующие операции.

В режиме «ПОЛУАВТО» с панели управления (см. рис. 4) на ГРЩ кнопкой «Start» или с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 2» кнопкой «Пуск» производится запуск ДГ. После установки номинальных параметров генератор автоматическим выключателем кнопкой «CB ON» с панели управления или кнопкой «QG1 вкл» с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 2» будет синхронизирован и включен на шины.

В режиме «АВТО», когда нагрузка работающего ДГ достигает 70% от его номинальной мощности или более, в течение не менее

10 секунд по команде от PMS будет запущен резервный ДГ и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка автоматически распределяется между двумя ДГ. Характеристики основных параметров при параллельной работе генераторов показаны на рис. 34.

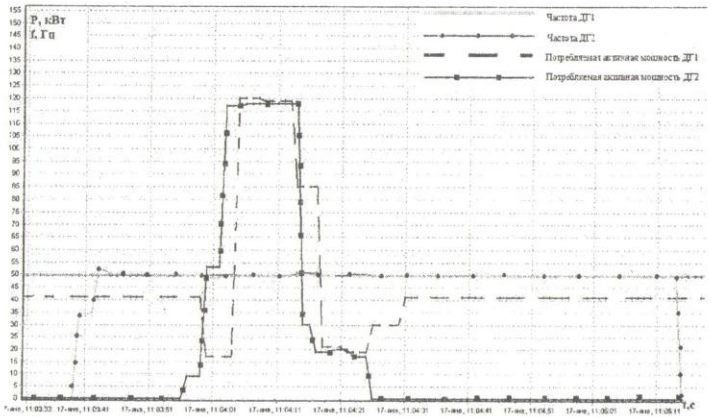


Рис. 34. Параллельная работа генераторов

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при получении от основного ДГ предупредительного сигнала о некритичной неисправности по команде от PMS будет запущен резервный ДГ. Затем этот ДГ синхронизируется и включается на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка будет плавно переведена на резервный ДГ, после чего основной ДГ отключается от шин и останавливается. После остановки основной ДГ будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока его обобщенный предупредительный сигнал не снимется.

Некритичная неисправность – это неисправность, не требующая немедленной остановки ДГ.

Неисправность может имитироваться при помощи потенциометров (см. рис. 11) и кнопок (см. рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора.

Включение валогенератора

Работа от валогенератора осуществляется тогда, когда остаётся в эксплуатации часть вспомогательных механизмов машинного отделения и общесудовых систем и отключаются палубные механизмы (рис. 35).

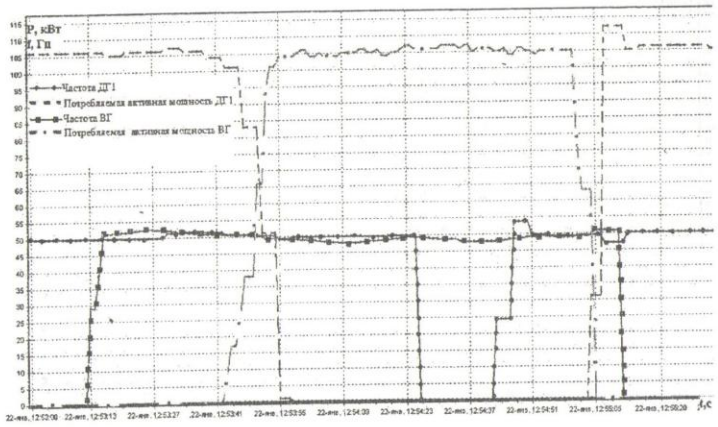


Рис. 35. Работа от валогенератора

В режиме «ПОЛУАВТО» порядок перехода на валогенератор и обратно проводят в следующей последовательности:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.
2. Перейти в режим ВГ в окне «Power Plant» программы M-Vision.
3. После выхода из открытого моря перевести электростанцию в автоматический режим.
4. После того как ДГ1 запустится и встанет на шины, перейти в полуавтоматический режим.
5. Остановить ВГ с помощью кнопки «Ручная остановка ВГ».

В режиме «АВТО» при переходе на валогенератор и обратно необходимо:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.

2. На дополнительной панели оператора (см. рис. 5) нажать кнопку ВГ. Произойдет автоматическая синхронизация ВГ с ДГ, распределение нагрузок и отключение ДГ от шин.
3. После выхода из открытого моря для перевода нагрузки на ДГ нажать кнопку «АВТО» на дополнительной панели управления (см. рис. 5).
4. Остановить вручную ВГ.

Режим разделенных секций

Этот режим используется, когда возникает необходимость часть потребителей питать от ДГ, а часть от ВГ (рис. 36).

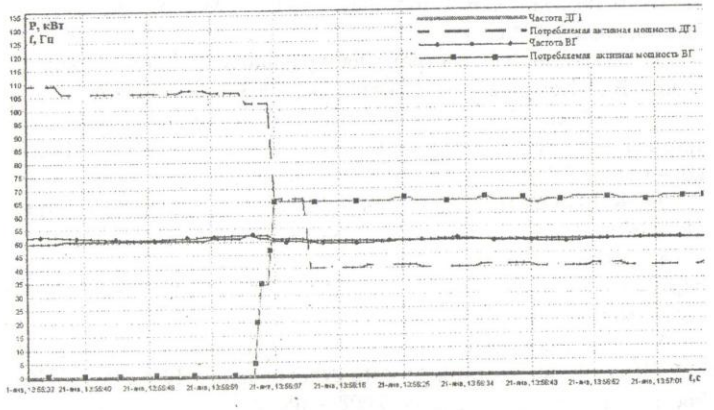


Рис. 36. Режим разделенных секций

В режиме «ПОЛУАВТО»:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.
2. Перейти в режим «РАЗДЕЛЬНЫЙ» в окне «Power Plant» программы M-Vision.
3. Для перехода на судовую электростанцию необходимо произвести те же действия, что и в предыдущем режиме. Произвести автоматическую синхронизацию ДГ с ВГ, а затем переключателем QS произвести разделение нагрузки на секции ВГ и ДГ.

Библиографический список

1. **Баранов, А.П.** Судовые автоматизированные электроэнергетические системы / А.П. Баранов. – СПб. : Судостроение, 2005. – 528 с.
2. **Лемин, Л.А.** Эксплуатация судовых систем электроснабжения : учеб. пособие / Л.А. Лемин, А.В. Пруссаков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2006. – 184 с.
3. **Лемин, Л.А.** Судовые автоматизированные электроэнергетические системы : метод. указания / Л.А. Лемин, А.В. Пруссаков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 73 с.
4. **Смоленцев, С.В.** Локальные и глобальные компьютерные сети : учеб. пособие / С.В. Смоленцев. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2003. – 104 с.
5. **Нефедов, В.И.** Метрология и радиоизмерения : учебник для вузов / В.И. Нефедов. – М. : Высш. шк., 2003. – 526 с.
6. **Сюбаев, М.А.** Основные нештатные режимы судовых электромашин В 2 ч. Ч. 2 : учеб. пособие / М.А. Сюбаев, В.Ф. Мищенко. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 52 с.
7. **Копылов, И.П.** Электрические машины : учебник для вузов / И.П. Копылов. – 5-е изд. – М. : Высш. шк., 2006. – 607 с.
8. **Рычков, В.А.** Чрезвычайные ситуации на морском транспорте : учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. / В.А. Рычков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2001. – 105 с.
9. Правила классификации и постройки морских судов. В 2 т. Т. 2 / Российский морской регистр судоходства. – 12-е изд. – СПб. : Рос. мор. регистр судоходства, 2008. – 689 с.

Оглавление

Введение..... 3
Лабораторная работа № 1. Состав тренажерного комплекса... 4
1. Описание тренажерного комплекса..... 4
2. Описание главного распределительного щита..... 5
Лабораторная работа № 2. Автоматический режим работы главного распределительного щита..... 11
1. Режимы работы ГРЩ..... 11
2. Описание работы ГРЩ..... 12
Лабораторная работа № 3. Аварийный распределительный щит 17
1. Описание аварийного распределительного щита..... 17
2. Режимы работы АРЩ..... 27
Лабораторная работа № 4. M-Vision. Система удаленного контроля, управления и сбора данных..... 29
1. Обзор приложения системы M-Vision..... 29
2. Описание окон приложения системы M-Vision..... 30
Лабораторная работа № 5. Компьютерное управление судовой автоматизированной электроэнергетической системой 36
1. Общие сведения..... 36
2. Режимы работы судна..... 37
Библиографический список..... 42

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский Государственный Университет Водного Транспорта»

Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»
специализация «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

Оценочные средства по дисциплине «Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов (Тренажер судовой электростанции)»

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ Хватов О.С.

Н.Новгород

Задания к лабораторным работам по дисциплине «Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов (Тренажер судовой электростанции)»

Формирует компетенции:

ПК-3 Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами в соответствии с международными и национальными требованиями

ПК-10 Способен осуществлять наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления

ПК-13 Способен исполнять должностные обязанности командного состава судов в соответствии с нормативными документами

ПК-14 Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил

A-III/6-1.1. Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления

A-III/6-1.2. Наблюдение за работой автоматических систем управления

A-III/6-2.2. Техническое обслуживание и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами

A-III/6-3.5. Применение навыков руководителя и умение работать в команде

A-III/6-3.6. Вклад в безопасность персонала и судна

Лабораторная работа № 1

Состав тренажерного комплекса

Цель: ознакомиться со структурой и силовым электрооборудованием тренажерного комплекса и органами управления.

1. Описание тренажерного комплекса

Рассмотрим составные части тренажерного комплекса.

1. Четырехсекционный главный распределительный щит (ГРЩ). На его лицевой стороне расположены панели управления системы PPM, дополнительная панель оператора, панель имитации неисправностей, регуляторы частотой вращения приводного двигателя и возбуждения синхронного генератора, переключатели подключения нагрузки, кнопки управления автоматическим выключателем генератора и контрольно-измерительные приборы.

2. Физические модели генераторных агрегатов. Приводной двигатель генератора имитируется асинхронным двигателем, который получает питание через преобразователь частоты фирмы OMRON. Воздействуя на преобразователь частоты с помощью переключателя, установленного на генераторной панели, можно изменять частоту вращения генератора в широком диапазоне.

Генератор является реальным трехфазным синхронным генератором с независимым электронным регулятором напряжения (AVR). Воздействуя на регулятор напряжения с помощью переключателя, установленного на генераторной панели, можно изменять напряжение генератора вниз и вверх от его номинального значения.

Имитаторы (генератор и приводной двигатель) смонтированы на общем основании и установлены в нижней части генераторной панели.

3. Четыре контроллера PPM фирмы DEIF. Предназначены для реализации функций управления, контроля и защиты двух ДГ (дизель-генераторов), ВГ (валогенератора) и АДГ (аварийного дизель-генератора). При этом панели управления системы смонтированы на лицевой стороне генераторной панели, а интерфейсные блоки внутри каждой секции рядом с имитаторами контролируемых объектов.

4. В системе PPM предусмотрена возможность объединения блоков в локальную вычислительную сеть с помощью стандартного интерфейса, поэтому в тренажере используется компьютер верхнего уровня, связанный с системой управления электростанцией (используется Modbus-протокол). На компьютере установлен пакет программного обеспечения M-Vision фирмы DEIF, посредством которого можно управлять электростанцией в автоматизированном или автоматическом режиме работы, проследить за рабочим состоянием дизель-генераторов, валогенератора и аварийного дизель-генератора электростанции.

5. Односекционный АРЩ (управление аварийным ДГ). На его лицевой стороне расположены панель управления контроллера PPU, панель имитации неисправностей, переключатели управления частотой вращения приводного двигателя и возбуждения синхронного генератора, соответственно, кнопки управления автоматическим выключателем генератора и контрольно-измерительные приборы.

2. Описание главного распределительного щита

Главный распределительный щит (ГРЩ) состоит из четырех секций (рис. 1): двух секций дизель-генераторов, одной секции валогенератора и одной секции управления. В секции управления ГРЩ установлен секционный выключатель сборных шин ГРЩ.

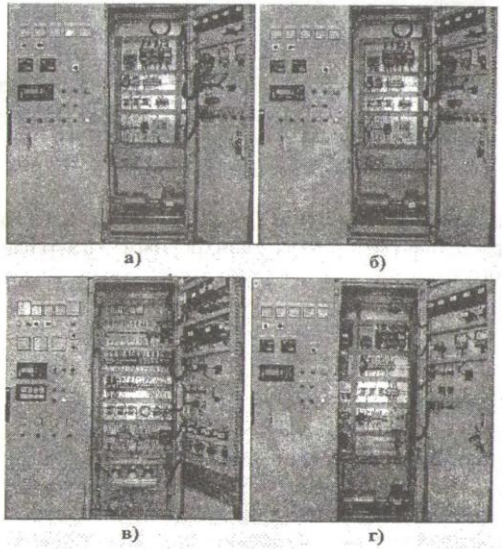


Рис. 1. Общий вид ГРЩ:
а) секция ДГ1; б) секция ДГ2; в) секция управления; г) секция ВГ

Физическая модель генераторного агрегата

Основная электростанция моделируемой электроэнергетической системы (ЭЭС) состоит из двух дизель-генераторных агрегатов переменного трехфазного тока мощностью по 0,4 кВт (ДГ1 и ДГ2) и одного валогенератора мощностью 0,4 кВт (ВГ). Основным распределительным устройством электростанции является автоматизированный главный распределительный щит (ГРЩ). Предусмотрен прием питания с берега на ГРЩ (с ручной синхронизацией). Дизель-генераторы и валогенератор имитируются физическими моделями, каждая из которых (рис. 2) включает в себя трехфазный

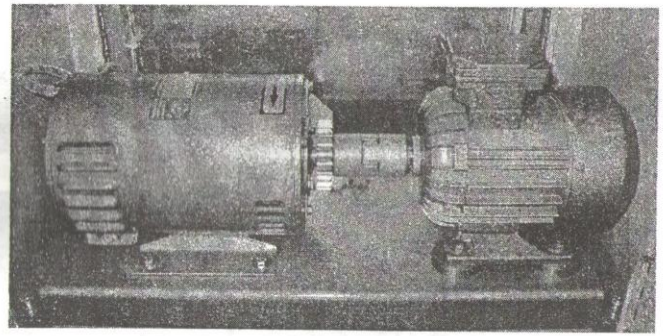


Рис. 2. Физическая модель дизель-генератора

синхронный генератор (3×400 В, 50 Гц, 0,4 кВт), приводимый во вращение трехфазным асинхронным электродвигателем переменного тока.

Система автоматического управления судовой электростанцией типа PMS

В ГРЩ встроена система автоматического управления судовой электростанцией PMS (Power Management System). PMS состоит из четырех блоков управления типа PPU (рис. 3) производства фирмы DEIF A/S, встроенных в каждую секцию щита. Каждый блок PPU управляет выключателями генераторов и секционным выключателем, а также имеет панель оператора (рис. 4). Последняя установлена

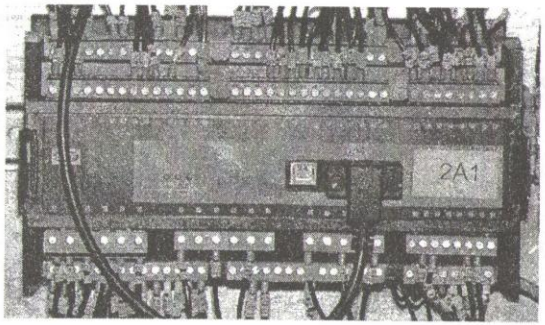


Рис. 3. Блок PPU

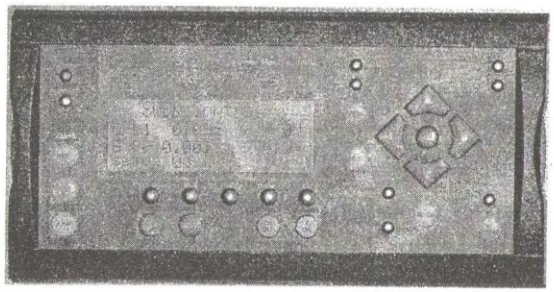


Рис. 4. Панель оператора

на лицевой стороне ГРЩ, на которой отображаются параметры управляемого блоком выключателя и генератора. Блок PPU, установленный в секции ДГ1, является базовым, он снабжен дополнительной панелью оператора (AOP) (рис. 5), которая используется для задания режима управления электростанцией.

В составе блока PPU имеются все необходимые электронные устройства для измерения электрических параметров 3-фазных систем с представлением результатов измерений и аварийных сигналов на экране LCD-дисплея. Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню, выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. Принципиальная схема подключения блока PPU показана на рис. 6.

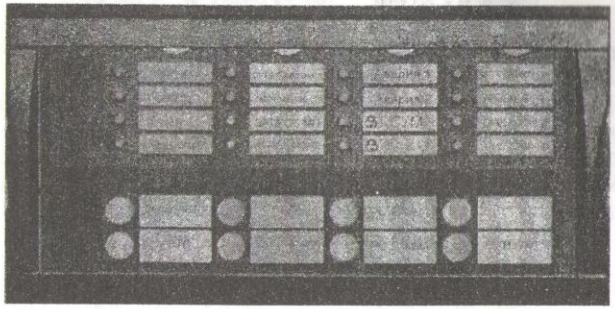


Рис. 5. Дополнительная панель оператора

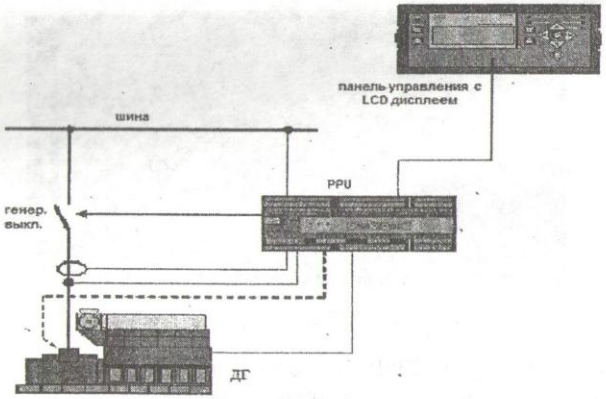


Рис. 6. Принципиальная схема подключения блока PPU

Преобразователь частоты

Для питания и управления приводными электродвигателями генераторов, в каждой генераторной секции установлены преобразователи частоты переменного тока (рис. 7). На эти преобразователи поступают задающие воздействия от электронных потенциометров EP-Q 96. Команды «ПУСК» и «СТОП» поступают непосредственно от PPM или от кнопок, установленных на лицевой панели ГРЩ.

В автоматическом режиме управления с блоков PPM на электронные потенциометры задания частоты дизель-генераторов поступают команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА МЕНЬШЕ».

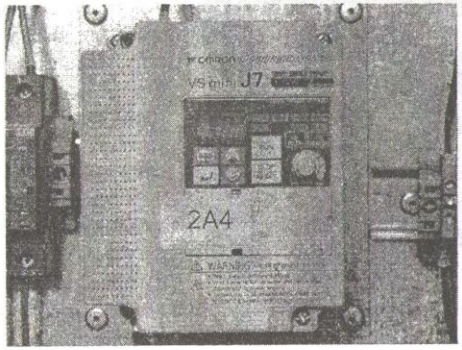


Рис. 7. Преобразователь частоты

Для автоматического управления EP-Q 96 ключ «MODE» нужно перевести в положение «AUTO».

Частота валогенератора управляется автоматически, задающим устройством для частоты является электронный потенциометр EP-Q 96.

Регулятор напряжения

Каждый генератор снабжен автоматическим регулятором напряжения. На эти регуляторы поступают команды от электронных потенциометров задания напряжения (EP-Q 96). В автоматическом режиме управления с блоков PPM на электронные потенциометры задания напряжения поступают команды «НАПРЯЖЕНИЕ БОЛЬШЕ» и «НАПРЯЖЕНИЕ МЕНЬШЕ».

Для автоматического управления EP-Q 96 ключ «MODE» нужно перевести в положение «AUTO».

Электронные потенциометры

В ГРЩ установлены электронные потенциометры (рис. 8), для управления регуляторами напряжения и преобразователями частоты.

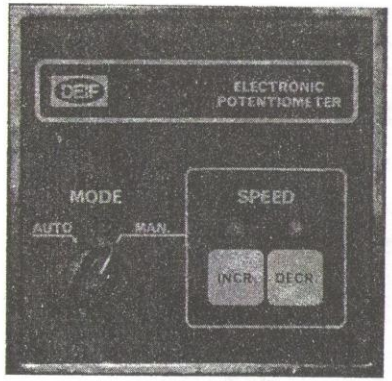


Рис. 8. Электронный потенциометр EP-Q96

Электронный потенциометр типа EP-Q96 представляет собой электронное устройство, заменяющее обычные поворотные потенциометры. Он не содержит подвижных частей и поэтому не требует технического обслуживания. EP-Q96 имеет маркировку CE для применения в гражданской, коммерческой областях, в легкой промышленности, а также в производственных помещениях.

Потенциометр EP-Q96 осуществляет преобразование сигнала от релейных выходов шагового ПИ-регулятора в сигнал напряжения, который затем используется для управления электронным регулятором скорости. Так как потенциометр является цифровым прибором, дрейф напряжения в процессе распределения нагрузки между дизельными генераторами в ручном режиме полностью отсутствует. В случае отключения и последующего восстановления напряжения питания показания потенциометра автоматически сбрасываются в исходную точку. Сигнал от электронного потенциометра шунтируется внутренним потенциометром сопротивлением 500 Ом. В результате получаются показанные ниже выходные сигналы. Переключатель на передней панели служит для выбора режима работы.

Automatic (автоматический): скорость контролируется сигналами, подаваемыми через электронные ключи – например, с помощью контроллера дизельного генератора фирмы DEIF типа PPU или через синхронизирующее реле.

Manual (ручной): повышение и понижение скорости производится с помощью двух кнопок управления на передней панели потенциометра, «INCR.» и «DECR.» соответственно.

Схемы подачи на вход постоянного напряжения с помощью потенциометра на блок PPU показаны на рис. 9.

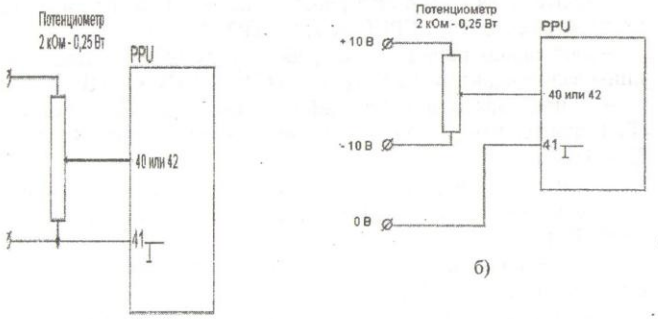


Рис. 9. Схемы подачи на вход постоянного напряжения:
а) 0 … 10 В; б) +/–10 В

Обеспечиваемые защиты

ГРЩ обеспечивает:

1) защиту генераторов: от перегрузки по току и мощности; от токов короткого замыкания; от обратной мощности; от снижения частоты; от снижения напряжения;

2) двухступенчатое отключение неответственных потребителей при перегрузке:

– фидера питания с берега и фидеров потребителей от токов короткого замыкания и перегрузки;

– фидера питания с берега от обрыва фазы, снижения напряжения и обратного чередования фаз;

– вспомогательных цепей и аппаратуры от токов короткого замыкания и перегрузки.

Лабораторная работа № 2
Автоматический режим работы главного распределительного щита

Цель: изучение устройства главного распределительного щита.

1. Режимы работы ГРЩ

ГРЩ обеспечивает следующие режимы работы судовой электростанции:

– длительная одиночная работа одного ДГ на главные шины и шины валогенератора ГРЩ (режимы ПОЛУАВТО, АВТО);

– длительная параллельная работа двух ДГ на главные шины и шины валогенератора ГРЩ (режимы ПОЛУАВТО, АВТО);

– длительная одиночная работа одного ДГ на главные шины ГРЩ, длительная работа ВГ на шины валогенератора (режим РАЗДЕЛЬНЫЙ);

– длительная параллельная работа двух ДГ на главные шины ГРЩ, длительная работа ВГ на шины валогенератора (режим РАЗДЕЛЬНЫЙ);

– длительная работа ВГ на шины валогенератора и на главные шины ГРЩ (режим ВГ);

– длительный прием питания с берега на главные шины и шины валогенератора ГРЩ;

– длительный прием питания с берега только на главные шины ГРЩ.

2. Описание работы ГРЩ

Выбор режима управления генераторами

Режим управления генераторами задается переключателями «УПРАВЛЕНИЕ» (рис. 10) для каждого генератора на соответствующей генераторной секции:

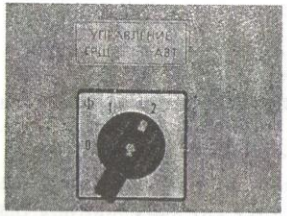


Рис. 10. Переключатель управления

«ВЫКЛ» – переключатель в положении «0». Управление генератором отключено, управление выключателем генератора заблокировано;

«ГРЩ» – переключатель в положении «1». Ручное управление генератором и его выключателем;

«АВТ» – переключатель в положении «2». Автоматическое управление генератором и его выключателем, ручное управление выключателем генератора заблокировано.

Автоматическому режиму ГРЩ соответствует режим, при котором хотя бы один генератор находится в режиме «АВТ». Запрещено изменять режим работы генераторных агрегатов с автоматического на ручной и обратно («АВТ», «ГРЩ») на работающих машинах.

Функционирование ГРЩ в автоматическом режиме

Автоматическому режиму ГРЩ соответствует режим, при котором хотя бы один генератор находится в режиме «АВТ». Если генератор находится в режиме автоматического управления, необходимо внимательно относиться к вмешательству в процесс управления, поскольку это может привести к нештатным и аварийным ситуациям, к выходу аппаратуры ГРЩ и ДГ из строя.

Основные режимы автоматического управления

При рассмотрении автоматических режимов необходимо изучить учебное пособие [2].

Основным режимом автоматического управления является режим, при котором секционный выключатель включен, все генераторы находятся в режиме «АВТ», один из них является основным, а другой резервным (согласно настройкам в PMS).

При достижении нагрузки основного ДГ, равной 70% от его номинальной мощности или более, в течение не менее 10 секунд по команде от PMS будет запущен резервный ДГ, затем синхронизирован и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка равномерно распределяется между двумя ДГ и её автоматическое распределение производится постоянно.

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при получении от основного ДГ предупредительного сигнала о некритичной неисправности по команде от PMS будет запущен резервный ДГ. Затем этот ДГ синхронизируется и включается на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка будет плавно переведена на резервный ДГ, после чего основной ДГ отключается от шин и останавливается. После остановки основной ДГ будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока его обобщенный предупредительный сигнал не снимется.

Некритичная неисправность – неисправность, не требующая немедленной остановки ДГ.

Неисправность может имитироваться при помощи потенциометров (рис. 11) и кнопок (рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора. Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, то при получении от основного ДГ сигнала о критичной не-

исправности (например, с помощью грибовидной кнопки аварийной остановки) будет немедленно отключен его автоматический выключатель и выдана команда на остановку. Если резервный ДГ остановлен и готов к запуску, то будет выдана команда на его запуск, и после запуска резервного ДГ его выключатель будет включен. Если в момент аварийной остановки основного ДГ резервный ДГ работал в параллель с основным, то резервный ДГ остается в работе. Основной ДГ считается неготовым к запуску до тех пор, пока его сигнал неисправности не снимется.



Рис. 11. Потенциометры имитации аварий

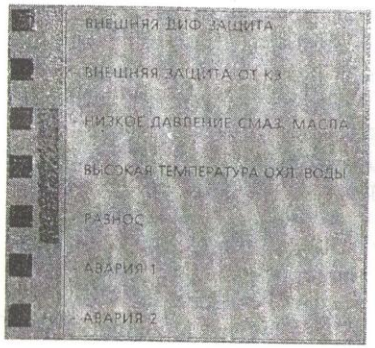


Рис. 12. Кнопки имитации аварий

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при отключении выключателя основного ДГ током короткого замыкания, запуск резервного ДГ не будет произведен (защита от включения на короткое замыкание). При этом основной ДГ остается запущенным. После квитирования аварийных сигналов (на автоматическом выключателе и устройстве защиты генератора), если основной ДГ продолжает работать – будет произведено включение его на сборные шины. Если основной ДГ остановлен и готов к запуску, то он будет запущен и включен на сборные шины. Если основной ДГ к запуску не

готов, то будет произведен запуск и включение на сборные шины резервного ДГ.

Если основной и резервный ДГ работают параллельно и мощность обоих составит менее 20% на каждый ДГ в течение не менее 45 секунд, то нагрузка с резервного ДГ будет плавно переведена на основной, после чего резервный ДГ будет отключен и остановлен.

При получении обобщенного предупредительного сигнала от любого из параллельно работающих ДГ, неисправный ДГ будет плавно разгружен, отключен от главных сборных шин и остановлен и будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока обобщенный предупредительный сигнал не снимется. В случае получения сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» (рис. 13) от одного из работающих в параллель ДГ, этот ДГ будет немедленно отключен от главных сборных шин и остановлен. При включении валогенератора (ВГ) не предусмотрено длительной параллельной работы и распределения нагрузки между ДГ и ВГ. После автоматической синхронизации осуществляется только плавный перевод нагрузки с ДГ на ВГ и обратно.



Рис. 13. Кнопка аварийной остановки

Другие режимы автоматического управления ГРЩ

В режиме, когда оба ДГ являются основными, и если на главные сборные шины ГРЩ не работает валогенератор, они будут работать в параллель, даже при длительном снижении нагрузки на каждый ДГ менее чем на 20%. При этом будет производиться автоматическое распределение нагрузки между ДГ. При получении от какого-либо ДГ сигнала о неисправности или сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» (см. рис. 13), неисправный ДГ будет отключен, разгружен и остановлен. После снятия всех сигналов о неисправности, остановленный ДГ будет вновь запущен, синхронизирован с шинами и введен в работу.

В режиме, когда оба ДГ являются резервными, если на главные сборные шины ГРЩ не работает ВГ, один из ДГ будет постоянно работать на главные сборные шины ГРЩ. При росте и удержании

нагрузки на работающий ДГ 90% и более в течение не менее 45 секунд, будет запущен другой ДГ, синхронизирован и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения будет производиться автоматическое распределение нагрузки между ДГ. При снижении нагрузки до 20% и менее на каждый ДГ в течение не менее 45 секунд, ДГ1 будет разгружен, отключен от главных сборных шин и остановлен.

При получении от какого-либо ДГ сигнала о неисправности или сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» неисправный ДГ будет отключен, разгружен и остановлен.

Средства имитации на ГРЩ

Ввиду крайней технической сложности, некоторые параметры в моделируемой электростанции вместо реальных заменены на имитируемые. Для изменения значений этих параметров предусмотрены соответствующие органы управления.

Приводные двигатели генераторов имитируются асинхронными трехфазными двигателями, получающими питание от преобразователей частоты (ПЧ).

Сигналы неисправности от датчиков низкого уровня масла, повышенной температуры воды и превышения критической частоты вращения, навешенных на приводные двигатели генераторов, имитируются кнопками (см. рис. 12). Исправность этих цепей непрерывно контролируется блоками управления генераторов.

Срабатывание устройств защиты от токов короткого замыкания и дифференциальной защиты генератора также имитируется кнопками [6, 8].

Средства коммуникации

Все блоки управления PPM связаны между собой общей шиной с интерфейсом CAN. Это необходимо для согласованного совместного функционирования всех устройств автоматики в ГРЩ.

Дополнительно все блоки автоматики в ГРЩ и АРЩ имеют встроенный интерфейс RS-485 ModBUS-RTU. Все блоки автоматики объединены по этому интерфейсу в общую шину. Возможно подключение к этой шине в АРЩ к персональному компьютеру или промышленному контроллеру по интерфейсу RS-485 ModBUS-RTU. Для

подключения к персональному компьютеру необходимо наличие в компьютере последовательного COM-порта с интерфейсом RS-232 или RS-485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-232 необходим внешний интерфейсный преобразователь RS-232/485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-485 возможно прямое подключение (без интерфейсного преобразователя) к шине данных ModBUS-RTU.

Для отображения параметров и структуры электростанции необходимо программное обеспечение DEIF A/S для устройств типа Multi-line2 PPU и PPM.

Возможен и прямой обмен данными с устройствами автоматики ГРЩ и АРЩ при помощи любого программного обеспечения, поддерживающего протокол ModBUS-RTU в режиме MASTER – например ModBUS-совместимый OPC-сервер, эмулятор ModBUS и т.д.

Параметры коммуникации (адреса устройств на шине ModBUS, скорость обмена данными, четность и прочие параметры связи) задаются в устройствах PPU и PPM.

Лабораторная работа № 3

Аварийный распределительный щит

Цель: изучение устройства аварийного распределительного щита.

1. Описание аварийного распределительного щита

Аварийный распределительный щит (АРЩ) состоит из одной секции аварийного дизель-генератора. Общий вид аварийного распределительного щита показан на рис. 14.

Физическая модель генераторного агрегата

Аварийная электростанция моделируемой ЭЭС состоит из одного аварийного дизель-генераторного агрегата мощностью 0,4 кВт (рис. 15). Аварийный дизель-генератор (АДГ) имитируется физической моделью, которая включает в себя трехфазный синхронный генератор 3×400 В, 50 Гц, 0,4 кВт, приводимый во вращение трехфазным асинхронным электродвигателем переменного тока.

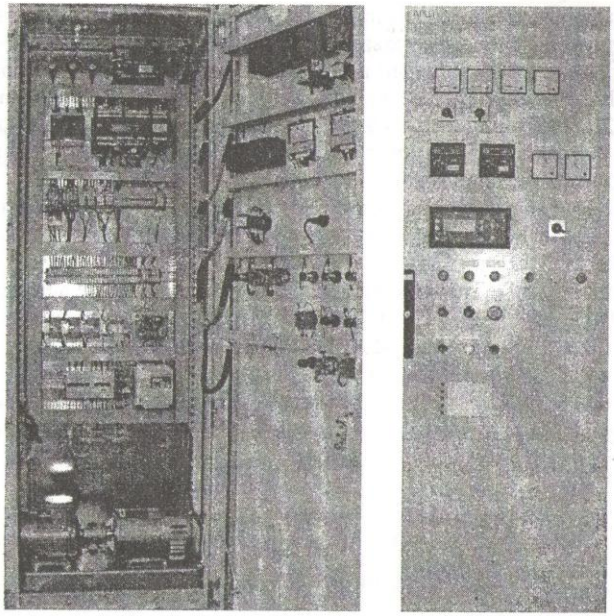


Рис. 14. Общий вид аварийного распределительного щита

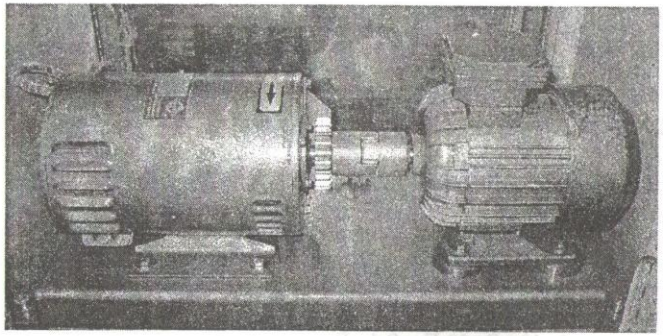


Рис. 15. Физическая модель аварийного дизель-генератора

На рис. 16 показана электрическая принципиальная схема аварийного распределительного щита.

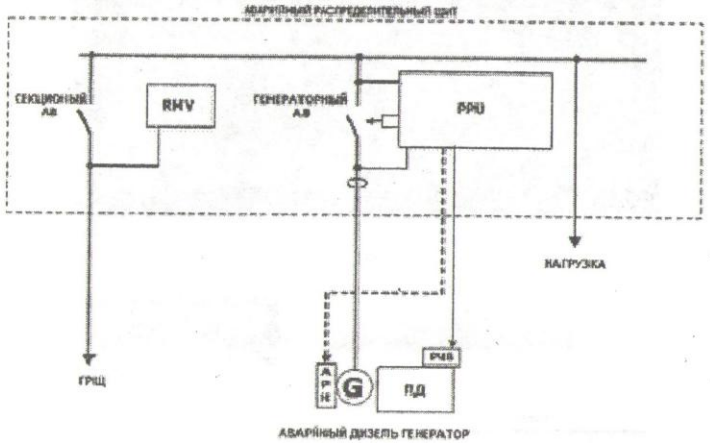


Рис. 16. Схема электрическая принципиальная

Блок управления генератором типа PPU

В АРЩ установлен блок управления генератором типа PPU, представляющий собой микропроцессорный блок, содержащий все необходимые функции управления синхронным генератором. Блок PPU (см. рис. 3) выполняет синхронизацию системы, и обеспечивает все функции контроля и защиты генератора. Контроллер PPU управляет выключателем АДГ и имеет панель оператора, установленную на лицевой стороне АРЩ (рис. 17), на которой отображаются параметры АДГ.

В составе блока PPU имеются все необходимые электронные устройства для измерения электрических параметров 3-фазных систем с представлением результатов измерений и аварийных сигналов на экране LCD-дисплея. Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню (с возможностью защиты паролем), выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. Принципиальная схема подключения блока PPU показана на рис. 18.

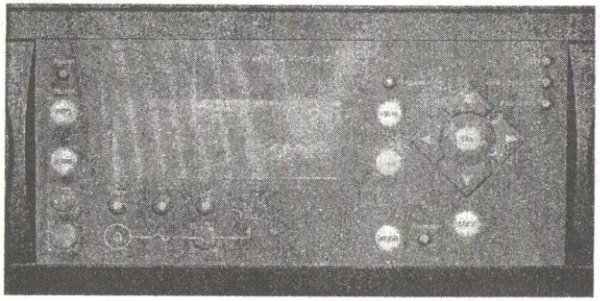


Рис. 17. Панель оператора

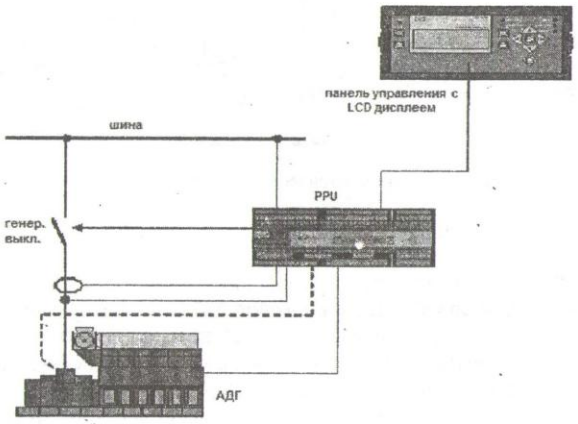


Рис. 18. Принципиальная схема подключения блока PPU

Преобразователь частоты

Для питания и управления приводным электродвигателем АДГ в АРЩ установлен преобразователь частоты переменного тока (рис. 19). На этот преобразователь поступают команды от блока PPU (команды «ПУСК» и «СТОП») и от электронных потенциометров задания частоты (команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА

МЕНЬШЕ»). В автоматическом режиме управления с блока PPU на электронные потенциометры задания частоты дизель-генератора поступают команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА МЕНЬШЕ».

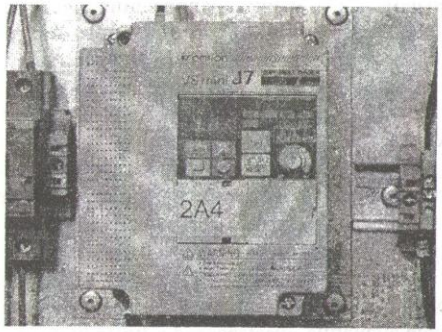


Рис. 19. Преобразователь частоты

Для программирования преобразователя и написания управляющих программ может использоваться пакет программного обеспечения для персонального компьютера под OS WINDOWS [4].

Реле контроля напряжения

В АРЩ в автоматическом режиме ведется непрерывный контроль напряжения на вводе питания от ГРЩ при помощи реле контроля напряжения (рис. 20).

Защитные реле напряжения RMV-112D входят в состав серии реле DEIF, предназначенных для защиты и управления генераторами, и могут применяться как на судах, так и в качестве берегового оборудования.

Реле имеют одобрение главных классификационных обществ. Реле напряжения могут применяться для защиты генераторов, моторов и

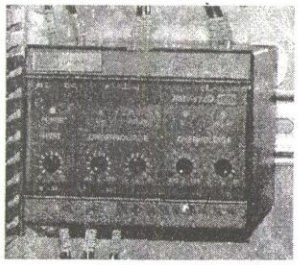


Рис. 20. Реле контроля напряжения RMV-112D

трансформаторов при колебании напряжения в системе. Реле отслеживает напряжение на всех трех фазах, обнаруживая повышение и понижение напряжения. С помощью индикатора LED производит указание аварийной ситуации; указание активированного реле.

Реле производит измерения напряжения на всех трех фазах, обеспечивая RMS измерение синусоидального напряжения. Если напряжение падает ниже допустимого критического значения или превосходит верхнее критическое значение, то будет активирован соответствующий выходной сигнал (минимальное/максимальное напряжение составляет U< + U>).

При обнаружении высокого входного напряжения и в случае, если это напряжение превосходит верхнее критическое значение, активируется выходной сигнал (максимальное напряжение U> and U>).

При обнаружении низкого входного напряжения и в случае, если это напряжение падает ниже критического значения, активируется выходной сигнал (минимальное напряжение U < and U<).

Критическое значение указывается с помощью потенциометров на передней панели реле.

При превышении указанного значения будет включен соответствующий таймер, который будет работать в течение всего аварийного периода. Задержка не зависит от того, насколько превышено критическое значение. Если характеристика вернется к нормальному значению, то на таймере устанавливается исходное значение. После истечения временного периода, установленного на таймере, контакт и встроенная схема гистерезиса активируются, а соответствующий красный индикатор LED включается.

В реле применяется регулируемый гистерезис (общий для обоих контактов), т.е. разница в 1,10% от значения Un между подачей напряжения на реле и отключением напряжения. Если аварийное напряжение равно или меньше предварительно установленного значения гистерезиса, то реле будет деактивировано.

Реле обеспечивает подачу выходных сигналов двух видов: U< – минимальный контакт, U> – максимальный контакт. Контакты могут быть в норме под напряжением или без напряжения.

Контакт (в норме без напряжения) рекомендуется при установке в качестве судового оборудования, используемого для регулировки и управления. В случае перебоев в подаче вспомогательного питания контакты не будут активированы. Реле снабжено схемой контроля за включением питания с периодом времени 200 ms, что

обеспечивает корректное функционирование реле при подключении вспомогательного напряжения.

Реле, кроме того, оснащено зеленым индикатором LED "POWER" для показания, что питание включено. Цепь управления показана на рис. 21.

Все элементы управления (за исключением команд автоматического выключателя) выполнены для напряжения постоянного тока 24 В. Силовая цепь контроля напряжения изображена на рис. 22.

Измерительные приборы

На АРЩ предусмотрены стрелочные измерительные приборы для контроля всех необходимых величин.

Силовые полупроводниковые устройства должны быть оборудованы измерительными приборами в соответствии с их назначением. На рис. 23 показаны общий вид и схема подключения вольтметра (*а*), амперметра (*б*) и ваттметра (*в*).

Внутренний и внешний каналы связи

Канал передачи информации должен непрерывно самоконтролироваться с целью обнаружения отказов в нем самом и сбоев в передаче информации на узлах. При обнаружении неисправности должна срабатывать сигнализация.

Если канал передачи информации используется для двух и более ответственных функций, он должен быть резервированным. Резервированные каналы передачи данных должны прокладываться отдельно и на возможно большем удалении друг от друга.

Переключение между резервированными каналами не должно вызывать нарушений в передаче информации и в непрерывном функционировании системы. При автоматическом переключении должен подаваться сигнал АПС.

Для обеспечения нормального обмена информацией между различными системами должны использоваться стандартные интерфейсы. Компьютерная система должна быть построена таким образом, чтобы в случае выхода ее из строя объекты управления автоматически приводились в наименее опасное состояние. Неисправность системы и ее перезапуск не должны приводить управляемые процессы в неопределенное или критическое состояние.

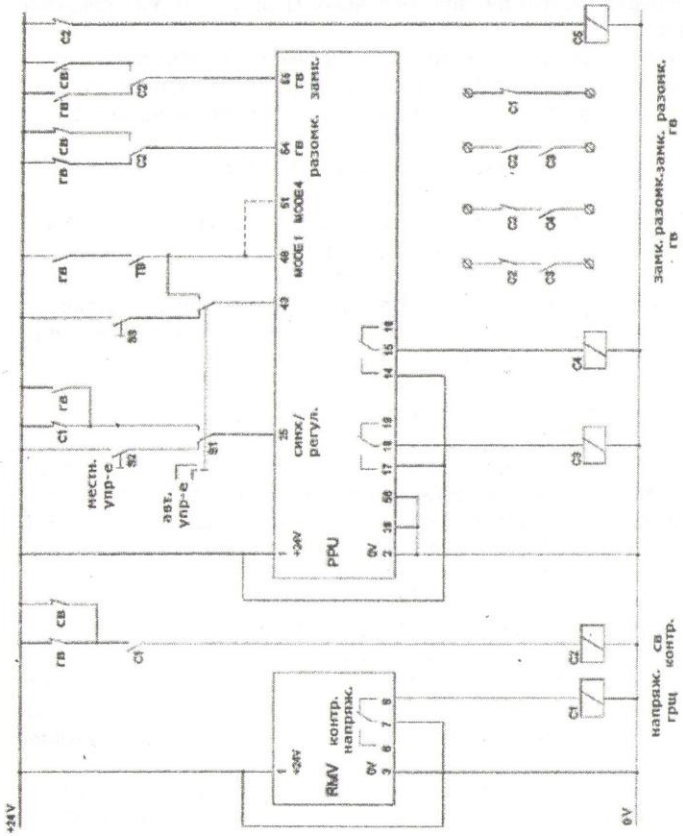


Рис. 21. Цепь управления

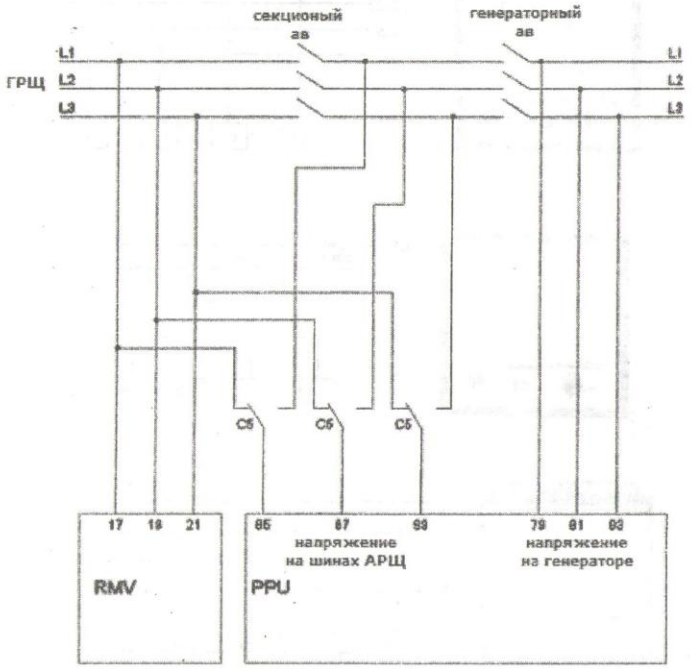


Рис. 22. Силовая цепь контроля напряжения

Примечание. Контакты, находящиеся в норме под напряжением, не активируются в течение 200 ms после подсоединения вспомогательного напряжения. Подобным образом реле снабжены схемой контроля за выключением питания с периодом времени 200 ms, что обеспечивает наблюдение и поддержание функций при превышении установленных значений в течение 200 ms после отключения вспомогательного напряжения.

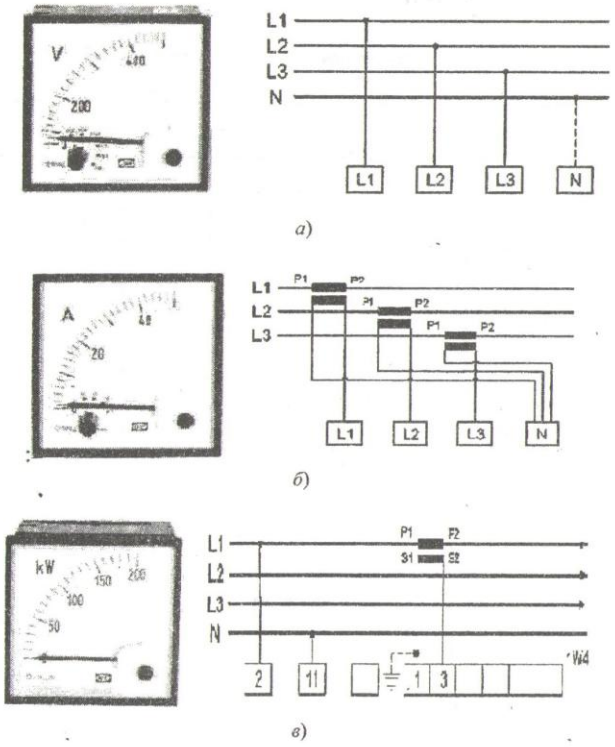


Рис. 23. Общий вид и схемы подключения
вольтметра EQ72-x (*а*); амперметра EQ72-x (*б*) и ваттметра EQ72-x (*в*)

Системы управления, аварийно-предупредительной сигнализации и защиты выполнены таким образом, чтобы единичный отказ в компьютерной системе не мог повлиять на более чем одну из указанных функций.

Используемый в системе канал CAN предназначен только для внутренней связи. Соединение с другими системами связи не допускается. Если требуется связь с внешней системой, необходимо выбрать дополнительную панель управления связью. Внешний канал необходим для связи с внешней системой контроля и аварийной сигнализации или с контроллером двигателя.

Все блоки автоматики в АРЩ имеют встроенный интерфейс RS-485 ModBUS-RTU. Все блоки автоматики объединены по этому интерфейсу в общую шину.

Возможно подключение этой шины в АРЩ к персональному компьютеру или промышленному контроллеру по интерфейсу RS-485 ModBUS-RTU. Для подключения к персональному компьютеру необходимо наличие в компьютере последовательного COM-порта с интерфейсом RS-232 или RS-485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-232 необходим внешний интерфейсный преобразователь RS-232/485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-485 возможно прямое (без интерфейсного преобразователя) подключение к шине данных ModBUS-RTU.

Для отображения параметров и структуры электростанции необходимо программное обеспечение DEIF A/S для устройств типа multi-line 2 PPU.

Возможен и прямой обмен данными с устройствами автоматики АРЩ при помощи любого программного обеспечения, поддерживающего протокол ModBUS-RTU в режиме MASTER – например ModBUS-совместимый OPC-сервер, эмулятор ModBUS и т.д.

Параметры коммуникации (адреса устройств на шине ModBUS, скорость обмена данными, четность и прочие параметры связи) задаются в устройстве PPU.

Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню (с возможностью защиты паролем), выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. При этом используется встроенное сервисное программное обеспечение Multi-line 2 на базе операционной системы Windows®. Помимо стандартных функций сервисная программа обеспечивает дополнительные возможности, например, вывод на экран всей необходимой информации для приемочной проверки, сохранение и загрузка настроек, а также обновление программного обеспечения.

2. Режимы работы АРЩ

АРЩ обеспечивает следующие режимы работы аварийной электростанции:

– длительную одиночную работу АДГ на шины АРЩ;
– длительный прием питания с ГРЩ на шины АРЩ.

Выбор режима управления АРЩ

Режим управления задается переключателем «УПРАВЛЕНИЕ» для всего щита:

«ОТКЛ» – управление отключено, управление выключателем генератора заблокировано.

«ГРЩ» – ручное управление генератором и его выключателем, проверка работы автоматики АРЩ;

«АВТ» – автоматическое управление генератором и его выключателем, ручное управление выключателем генератора заблокировано.

Ручное управление АДГ и его выключателем, подстройка частоты и напряжения запрещены, если для АРЩ выбран режим управления «АВТ». Включение источников электроэнергии на шины без синхронизации допускается только при обесточенных сборных шинах.

Функционирование АРЩ в автоматическом режиме

Если АРЩ находится в режиме автоматического управления, то ручное вмешательство в управление недопустимо, поскольку это может привести к нештатным и аварийным ситуациям, к выходу аппаратуры АРЩ и генератора из строя.

Основная функция, выполняемая АРЩ, – поддержание электропитания на сборных шинах АРЩ и надежное снабжение электроэнергией ответственных судовых потребителей, получающих питание от АРЩ.

АРЩ получает основное питание от ГРЩ и резервное (в случае исчезновения основного) – от АДГ.

В АРЩ в автоматическом режиме ведется непрерывный контроль напряжения на вводе питания от ГРЩ при помощи реле контроля напряжения. При снижении или полном исчезновении напряжения на вводе от ГРЩ аппаратура АРЩ обеспечивает: отключение фидера приема питания от ГРЩ; выдача команды на запуск АДГ; при получении от генератора сигнала «готов к приему нагрузки» – включение АДГ на обесточенные шины АРЩ.

После перехода на питание от АДГ контроль напряжения на вводе от ГРЩ продолжается. При появлении напряжения на вводе от ГРЩ аппаратура АРЩ обеспечивает:

– выдержку времени – как правило, несколько минут с момента появления напряжения на вводе от ГРЩ;

– по истечении выдержки времени – отключение выключателя АДГ и вслед за этим немедленное включение выключателя ввода от АДГ;

– остановку АДГ.

После остановки АДГ АРЩ вновь готов к автоматическому запуску АДГ в случае обесточивания АРЩ.

Лабораторная работа № 4

M-Vision. Система удаленного контроля, управления и сбора данных

Цель: изучение работы системы удаленного контроля, управления и сбора данных.

1. Обзор приложения системы M-Vision

Система удаленного контроля, управления и сбора данных M-Vision предназначена для работы с контроллерами управления дизель-генераторными агрегатами серии Multi-line 2 (рис. 24). Система представляет собой программное обеспечение, устанавливаемое на компьютере оператора судовой электростанции. Программное обеспечение состоит из трех частей: среды разработки проекта, сервера и клиента M-Vision. Удаленный персональный компьютер с установленным программным продуктом M-Vision позволяет осуществлять дистанционный контроль и управление судовой электростанцией. На экран монитора выводится мнемосхема электростанции, на которой изображены дизель-генераторы, валогенератор, аварийный дизель-генератор, нагрузки, а также все автоматические выключатели и контрольно-измерительные приборы, демонстрирующие параметры работающих генераторных агрегатов.

Управляя курсором на экране монитора, можно с удаленного компьютера управлять генераторными агрегатами и их автоматическими выключателями. Кроме того, имеется возможность представить на экране монитора контролируемые параметры всех работающих генераторов в виде таблиц или непрерывно меняющихся

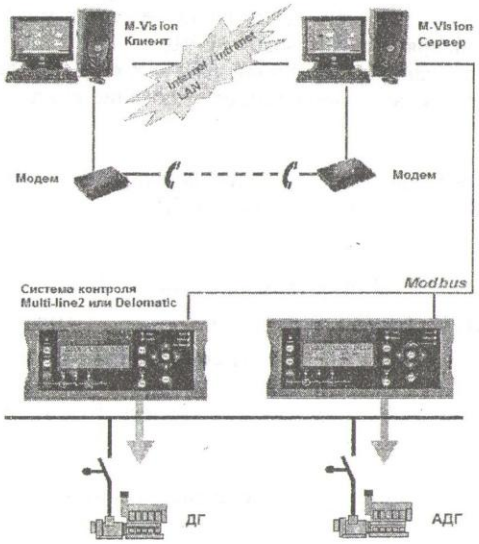


Рис. 24. Организация связи между приложениями M-Vision

графиков (осциллограмм). При необходимости имеется возможность через адаптер, подключить до восьми мониторов, за которыми обучающиеся могут проследить, как изменяются параметры рабочих и переходных процессов при управлении режимами работы и нагрузкой электростанции.

2. Описание окон приложения системы M-Vision

Окно «Power Plant»

Это окно представляет информацию об электростанции в виде анимированных графических элементов на однолинейной мнемосхеме и является удобным пользовательским интерфейсом для управления электростанцией (рис. 25).

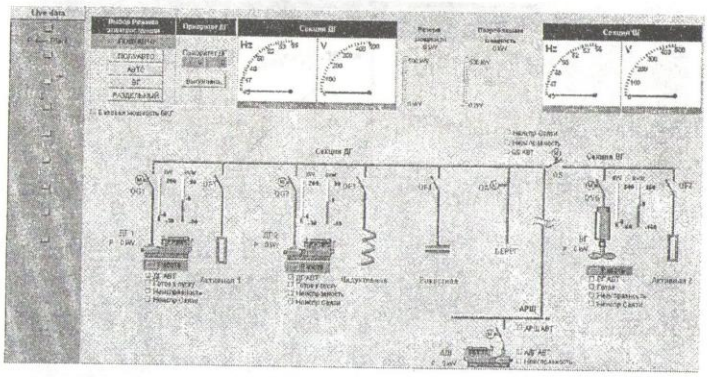


Рис. 25. Окно «Power Plant»

Шины, находящиеся под напряжением, индицируются зеленым цветом. Рядом с изображениями ДГ1, ДГ2, ВГ, АДГ расположены индикаторы состояния и потребляемая нагрузкой мощность. В левом верхнем углу имеются кнопки выбора режима работы электростанции.

Переход из полуавтоматического управления в режимы «ВГ» и «РАЗДЕЛЬНЫЙ» происходит через режим «АВТО». Справа от них с помощью кнопки «Выполнить» осуществляется выбор основного и резервного ДГ (1 – основной, 2 – резервный).

В этом окне изображены также анимированные частотомеры и вольтметры секции ДГ и ВГ.

Окна «Diesel Generator 1» и «Diesel Generator 2»

Здесь осуществляется управление дизель-генераторами 1 (ДГ1) и 2 (ДГ2), а также выводится информация в виде анимированных графических элементов.

На рис. 26 показано управление ДГ1. Кнопками «ПУСК» и «СТОП» соответственно запускаем или останавливаем генератор, кнопками «QG1 ВКЛ» и «QG1 ВЫКЛ» – устанавливаем или снимаем генератор с шин.

Справа от кнопок управления изображены индикаторы фазных токов и линейных напряжений генератора. Над кнопками управления находятся индикаторы состояния генератора.

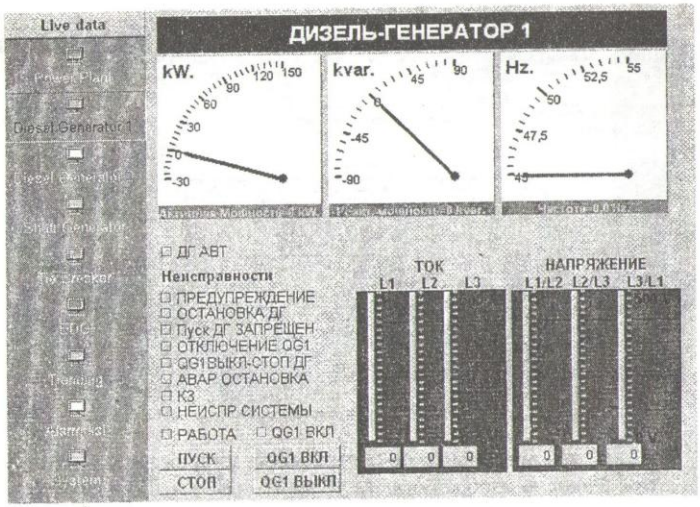


Рис. 26. Окно «Diesel Generator 1»

В верхней части окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры ДГ1.

Аналогично осуществляется управление дизель-генератором ДГ2: кнопки «ПУСК» и «СТОП» – запуск или остановка генератора, кнопки «QG2 ВКЛ» и «QG2 ВЫКЛ» – установка или съем генератора с шин. Вверху так же расположены измерительные приборы.

Окно «Shaft Generator»

В этом окне выводится информация о валогенераторе (ВГ) в виде анимированных графических элементов (рис. 27).

В правом нижнем углу расположены индикаторы фазных токов и линейных напряжений ВГ, в левом – индикаторы состояния ВГ. В верхней части окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры валогенератора. Управление запуском и остановкой ВГ осуществляется с ГРЩ в ручном режиме.



Рис. 27. Окно «Shaft Generator»

Окно «Tie Breaker»

Это окно предоставляет возможность включать и отключать секционный выключатель с помощью кнопок «QS ВКЛ» и «QS ВЫКЛ», а также контролировать частоту и напряжение на шинах секций ДГ и ВГ (рис. 28).

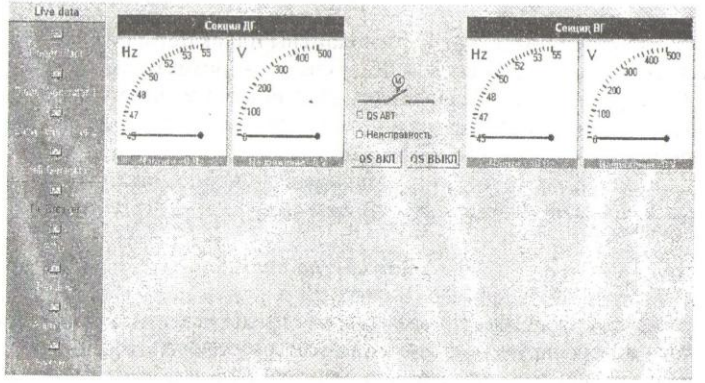


Рис. 28. Окно «Tie Breaker»

Окно «EDG»

В этом окне выводится информация о аварийном дизель-генераторе (АДГ) в виде анимированных графических элементов (рис. 29).



Рис. 29. Окно «EDG»

В правом нижнем углу расположены индикаторы фазных токов и линейных напряжений АДГ, в левом – индикаторы состояния АДГ. В верху окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры аварийного дизель-генератора.

При управлении с компьютера запуск и остановка АДГ в автоматизированном режиме не осуществляется.

Окно «Trending»

В этом окне имеется возможность представить на экране монитора контролируемые параметры всех работающих генераторов в виде таблиц или непрерывно меняющихся графиков (осциллограмм) (рис. 30).

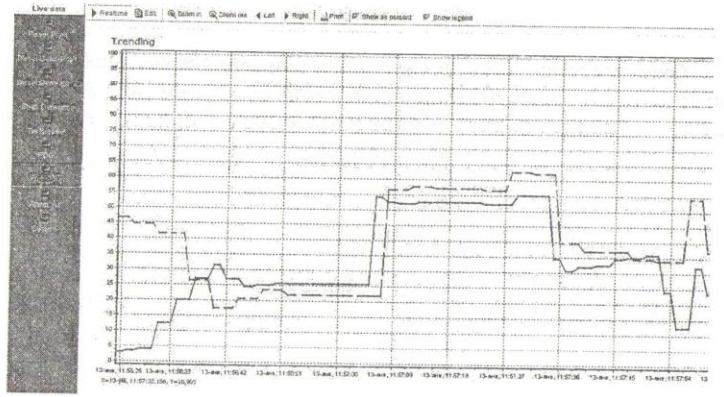


Рис. 30. Окно «Trending»

Окно «System»

В этом окне изображена схема внешнего и внутреннего каналов связи тренажерного стенда (рис. 31).

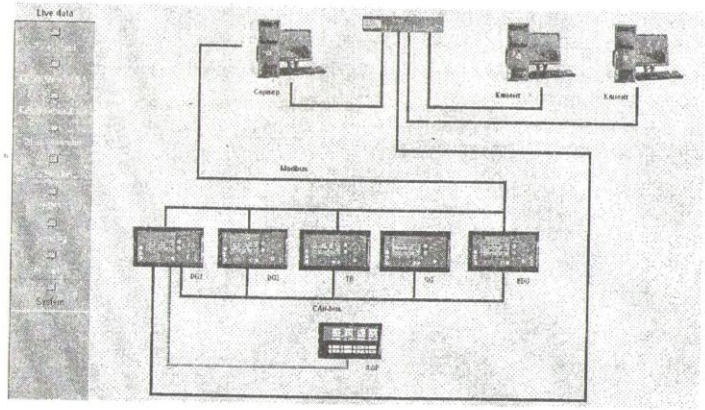


Рис. 31. Окно «System»

Окно «Alarm list»

Окно представляется динамическим списком аварий и событий, действительно присутствующих в системе управления. Аварии отображаются различным цветом – в зависимости от их статуса и могут быть переданы в электронную базу данных.

Лабораторная работа № 5

Компьютерное управление судовой автоматизированной электроэнергетической системой

Цель: приобретение навыков управления электростанцией в различных режимах работы судна.

1. Общие сведения

Для управления тренажерным стендом с компьютера устанавливаем переключатель управления всех секций в положение 2 (АВТ.) – см. рис. 10. Переключатель «MODE» всех электронных потенциометров переводим в положение «AUTO» – см. рис. 8.

Включение и выключение нагрузок производится с помощью переключателей (рис. 32) на СУ. По часовой стрелке происходит мгновенное включение нагрузки, а против часовой стрелки – с запросом на подключение.

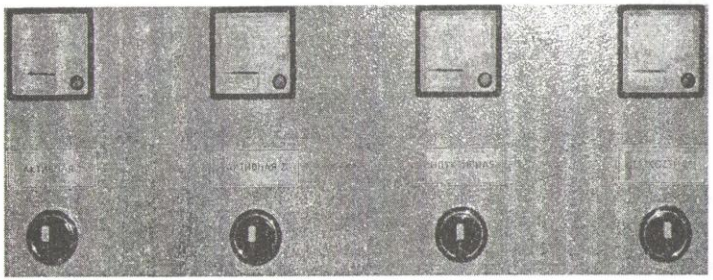


Рис. 32. Переключатели нагрузок

Имитация аварийных ситуаций может осуществляться при помощи потенциометров (см. рис. 11) и кнопок (см. рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора.

В лабораторной работе реализованы основные эксплуатационные режимы работы судна. Перед её выполнением следует ознакомиться с Правилами Российского Морского Регистра Судоходства [1, 9].

В эксплуатационных режимах работы различные устройства судна будут имитироваться одинаковыми нагрузками, так как их количество ограничено.

2. Режимы работы судна

Одиночная работа ДГ

Прежде чем перейти работать к судовой электростанции, необходимо отключится от берега. Береговой режим является ненагруженным. Питание от берега получают неосновные потребители, мощность которых невелика. Чтобы избежать перерыва в питании, при необходимости, допускается кратковременная параллельная работа каждого генератора с берегом. Длительная параллельная работа не допускается в связи с разными требованиями по отклонению напряжения и частоты у судовых и береговых электростанций.

На данном тренажерном стенде при управлении с компьютера нет возможности осуществить синхронизацию с берегом, поэтому приходится отключать береговой автомат вручную. После отключения питания с берега (кнопкой QSC на СУ) лабораторный комплекс переходит в автоматический режим.

В режиме ПОЛУАВТО с панели управления (см. рис. 4) на ГРЩ кнопкой «Start» или с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 1» (см. рис. 26) кнопкой «Пуск» производится запуск ДГ. После установки номинальных параметров генератор автоматическим выключателем кнопкой «CB ON» с панели управления или кнопкой «QG1 вкл» с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 1» будет включен на шины.

Для автоматического запуска дизель-генератора переключатель на пульте управления ставим в положение *Автозапуск*. Замыкаются контакты в цепи реле пуска. Происходит прокачка маслом и воз-

душный запуск двигателя. При достижении валом дизеля определенной частоты вращения, он переходит работать на топливо, отключается электродвигатель предпусковой прокачки масла и прекращается подача пускового воздуха.

Происходит самовозбуждение генератора и при номинальном напряжении он подключается на ГРЩ (рис. 33). После того как ДГ1 встанет на шины, тренажерный стенд переводится в режим «ПОЛУАВТО».

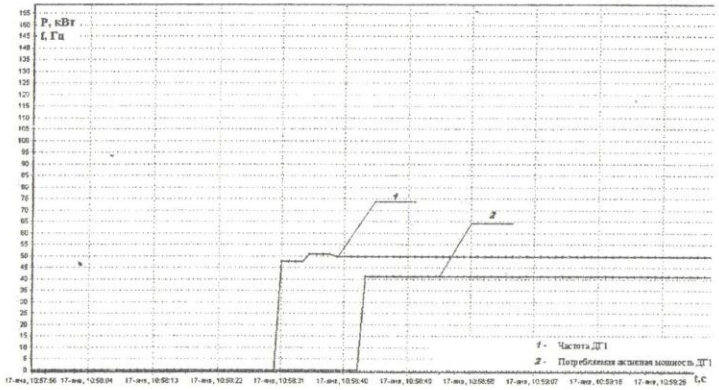


Рис. 33. Включение ДГ на шины ГРЩ

Параллельная работа ДГ

При включении дизель-генераторов на параллельную работу выполняются следующие операции.

В режиме «ПОЛУАВТО» с панели управления (см. рис. 4) на ГРЩ кнопкой «Start» или с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 2» кнопкой «Пуск» производится запуск ДГ. После установки номинальных параметров генератор автоматическим выключателем кнопкой «CB ON» с панели управления или кнопкой «QG1 вкл» с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 2» будет синхронизирован и включен на шины.

В режиме «АВТО», когда нагрузка работающего ДГ достигает 70% от его номинальной мощности или более, в течение не менее

10 секунд по команде от PMS будет запущен резервный ДГ и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка автоматически распределяется между двумя ДГ. Характеристики основных параметров при параллельной работе генераторов показаны на рис. 34.

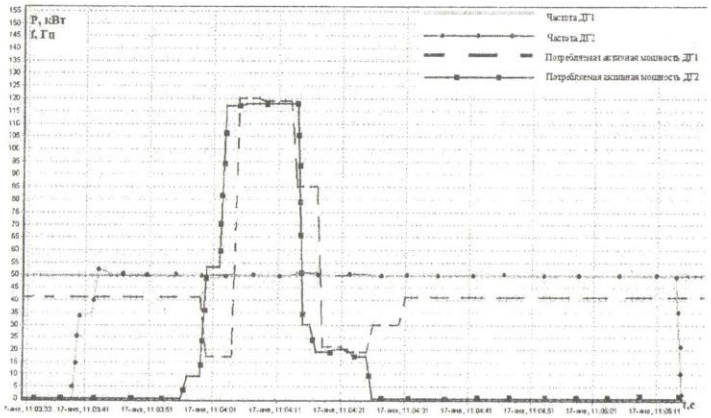


Рис. 34. Параллельная работа генераторов

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при получении от основного ДГ предупредительного сигнала о некритичной неисправности по команде от PMS будет запущен резервный ДГ. Затем этот ДГ синхронизируется и включается на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка будет плавно переведена на резервный ДГ, после чего основной ДГ отключается от шин и останавливается. После остановки основной ДГ будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока его обобщенный предупредительный сигнал не снимется.

Некритичная неисправность – это неисправность, не требующая немедленной остановки ДГ.

Неисправность может имитироваться при помощи потенциометров (см. рис. 11) и кнопок (см. рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора.

Включение валогенератора

Работа от валогенератора осуществляется тогда, когда остаётся в эксплуатации часть вспомогательных механизмов машинного отделения и общесудовых систем и отключаются палубные механизмы (рис. 35).

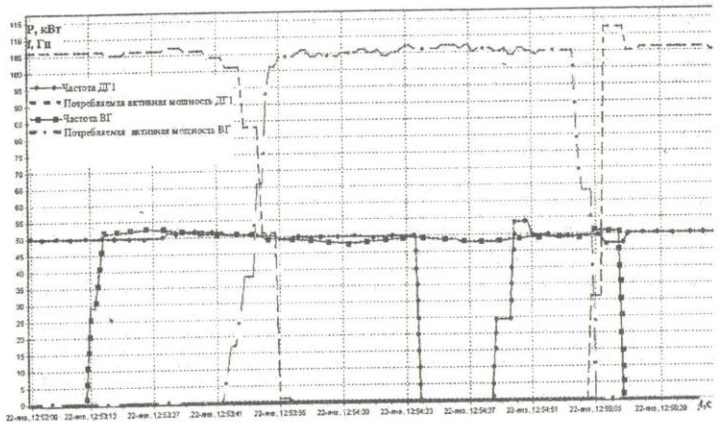


Рис. 35. Работа от валогенератора

В режиме «ПОЛУАВТО» порядок перехода на валогенератор и обратно проводят в следующей последовательности:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.
2. Перейти в режим ВГ в окне «Power Plant» программы M-Vision.
3. После выхода из открытого моря перевести электростанцию в автоматический режим.
4. После того как ДГ1 запустится и встанет на шины, перейти в полуавтоматический режим.
5. Остановить ВГ с помощью кнопки «Ручная остановка ВГ».

В режиме «АВТО» при переходе на валогенератор и обратно необходимо:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.

2. На дополнительной панели оператора (см. рис. 5) нажать кнопку ВГ. Произойдет автоматическая синхронизация ВГ с ДГ, распределение нагрузок и отключение ДГ от шин.
3. После выхода из открытого моря для перевода нагрузки на ДГ нажать кнопку «АВТО» на дополнительной панели управления (см. рис. 5).
4. Остановить вручную ВГ.

Режим разделенных секций

Этот режим используется, когда возникает необходимость часть потребителей питать от ДГ, а часть от ВГ (рис. 36).

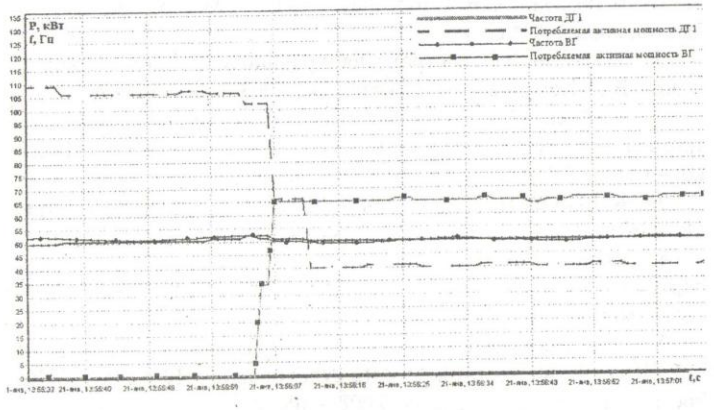


Рис. 36. Режим разделенных секций

В режиме «ПОЛУАВТО»:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.
2. Перейти в режим «РАЗДЕЛЬНЫЙ» в окне «Power Plant» программы M-Vision.
3. Для перехода на судовую электростанцию необходимо произвести те же действия, что и в предыдущем режиме. Произвести автоматическую синхронизацию ДГ с ВГ, а затем переключателем QS произвести разделение нагрузки на секции ВГ и ДГ.

Библиографический список

1. **Баранов, А.П.** Судовые автоматизированные электроэнергетические системы / А.П. Баранов. – СПб. : Судостроение, 2005. – 528 с.
2. **Лемин, Л.А.** Эксплуатация судовых систем электроснабжения : учеб. пособие / Л.А. Лемин, А.В. Пруссаков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2006. – 184 с.
3. **Лемин, Л.А.** Судовые автоматизированные электроэнергетические системы : метод. указания / Л.А. Лемин, А.В. Пруссаков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 73 с.
4. **Смоленцев, С.В.** Локальные и глобальные компьютерные сети : учеб. пособие / С.В. Смоленцев. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2003. – 104 с.
5. **Нефедов, В.И.** Метрология и радиоизмерения : учебник для вузов / В.И. Нефедов. – М. : Высш. шк., 2003. – 526 с.
6. **Сюбаев, М.А.** Основные нештатные режимы судовых электромашин В 2 ч. Ч. 2 : учеб. пособие / М.А. Сюбаев, В.Ф. Мищенко. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 52 с.
7. **Копылов, И.П.** Электрические машины : учебник для вузов / И.П. Копылов. – 5-е изд. – М. : Высш. шк., 2006. – 607 с.
8. **Рычков, В.А.** Чрезвычайные ситуации на морском транспорте : учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. / В.А. Рычков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2001. – 105 с.
9. Правила классификации и постройки морских судов. В 2 т. Т. 2 / Российский морской регистр судоходства. – 12-е изд. – СПб. : Рос. мор. регистр судоходства, 2008. – 689 с.

Оглавление

Введение..... 3
Лабораторная работа № 1. Состав тренажерного комплекса... 4
1. Описание тренажерного комплекса..... 4
2. Описание главного распределительного щита..... 5
Лабораторная работа № 2. Автоматический режим работы главного распределительного щита..... 11
1. Режимы работы ГРЩ..... 11
2. Описание работы ГРЩ..... 12
Лабораторная работа № 3. Аварийный распределительный щит 17
1. Описание аварийного распределительного щита..... 17
2. Режимы работы АРЩ..... 27
Лабораторная работа № 4. M-Vision. Система удаленного контроля, управления и сбора данных..... 29
1. Обзор приложения системы M-Vision..... 29
2. Описание окон приложения системы M-Vision..... 30
Лабораторная работа № 5. Компьютерное управление судовой автоматизированной электроэнергетической системой 36
1. Общие сведения..... 36
2. Режимы работы судна..... 37
Библиографический список..... 42

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский Государственный Университет Водного Транспорта»

Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»
специализация «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

Оценочные средства по дисциплине «Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов (Тренажер судовой электростанции)»

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ Хватов О.С.

Н.Новгород

Задания к лабораторным работам по дисциплине «Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов (Тренажер судовой электростанции)»

Формирует компетенции:

ПК-3 Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами в соответствии с международными и национальными требованиями

ПК-10 Способен осуществлять наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления

ПК-13 Способен исполнять должностные обязанности командного состава судов в соответствии с нормативными документами

ПК-14 Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил

A-III/6-1.1. Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления

A-III/6-1.2. Наблюдение за работой автоматических систем управления

A-III/6-2.2. Техническое обслуживание и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами

A-III/6-3.5. Применение навыков руководителя и умение работать в команде

A-III/6-3.6. Вклад в безопасность персонала и судна

Лабораторная работа № 1

Состав тренажерного комплекса

Цель: ознакомиться со структурой и силовым электрооборудованием тренажерного комплекса и органами управления.

1. Описание тренажерного комплекса

Рассмотрим составные части тренажерного комплекса.

1. Четырехсекционный главный распределительный щит (ГРЩ). На его лицевой стороне расположены панели управления системы PPM, дополнительная панель оператора, панель имитации неисправностей, регуляторы частотой вращения приводного двигателя и возбуждения синхронного генератора, переключатели подключения нагрузки, кнопки управления автоматическим выключателем генератора и контрольно-измерительные приборы.

2. Физические модели генераторных агрегатов. Приводной двигатель генератора имитируется асинхронным двигателем, который получает питание через преобразователь частоты фирмы OMRON. Воздействуя на преобразователь частоты с помощью переключателя, установленного на генераторной панели, можно изменять частоту вращения генератора в широком диапазоне.

Генератор является реальным трехфазным синхронным генератором с независимым электронным регулятором напряжения (AVR). Воздействуя на регулятор напряжения с помощью переключателя, установленного на генераторной панели, можно изменять напряжение генератора вниз и вверх от его номинального значения.

Имитаторы (генератор и приводной двигатель) смонтированы на общем основании и установлены в нижней части генераторной панели.

3. Четыре контроллера PPM фирмы DEIF. Предназначены для реализации функций управления, контроля и защиты двух ДГ (дизель-генераторов), ВГ (валогенератора) и АДГ (аварийного дизель-генератора). При этом панели управления системы смонтированы на лицевой стороне генераторной панели, а интерфейсные блоки внутри каждой секции рядом с имитаторами контролируемых объектов.

4. В системе PPM предусмотрена возможность объединения блоков в локальную вычислительную сеть с помощью стандартного интерфейса, поэтому в тренажере используется компьютер верхнего уровня, связанный с системой управления электростанцией (используется Modbus-протокол). На компьютере установлен пакет программного обеспечения M-Vision фирмы DEIF, посредством которого можно управлять электростанцией в автоматизированном или автоматическом режиме работы, проследить за рабочим состоянием дизель-генераторов, валогенератора и аварийного дизель-генератора электростанции.

5. Односекционный АРЩ (управление аварийным ДГ). На его лицевой стороне расположены панель управления контроллера PPU, панель имитации неисправностей, переключатели управления частотой вращения приводного двигателя и возбуждения синхронного генератора, соответственно, кнопки управления автоматическим выключателем генератора и контрольно-измерительные приборы.

2. Описание главного распределительного щита

Главный распределительный щит (ГРЩ) состоит из четырех секций (рис. 1): двух секций дизель-генераторов, одной секции валогенератора и одной секции управления. В секции управления ГРЩ установлен секционный выключатель сборных шин ГРЩ.

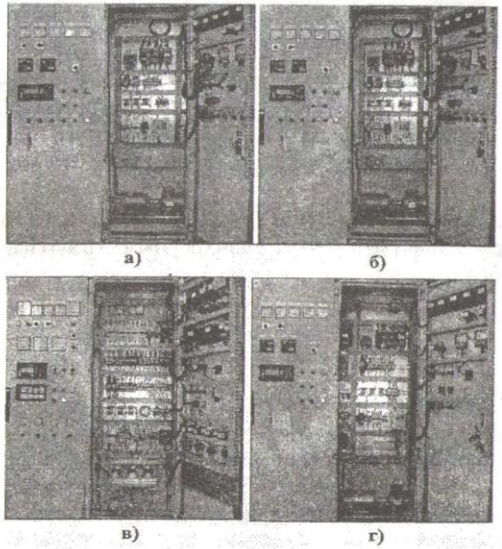


Рис. 1. Общий вид ГРЩ:
а) секция ДГ1; б) секция ДГ2; в) секция управления; г) секция ВГ

Физическая модель генераторного агрегата

Основная электростанция моделируемой электроэнергетической системы (ЭЭС) состоит из двух дизель-генераторных агрегатов переменного трехфазного тока мощностью по 0,4 кВт (ДГ1 и ДГ2) и одного валогенератора мощностью 0,4 кВт (ВГ). Основным распределительным устройством электростанции является автоматизированный главный распределительный щит (ГРЩ). Предусмотрен прием питания с берега на ГРЩ (с ручной синхронизацией). Дизель-генераторы и валогенератор имитируются физическими моделями, каждая из которых (рис. 2) включает в себя трехфазный

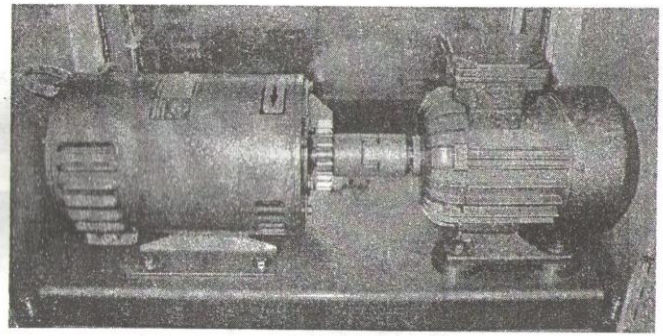


Рис. 2. Физическая модель дизель-генератора

синхронный генератор (3×400 В, 50 Гц, 0,4 кВт), приводимый во вращение трехфазным асинхронным электродвигателем переменного тока.

Система автоматического управления судовой электростанцией типа PMS

В ГРЩ встроена система автоматического управления судовой электростанцией PMS (Power Management System). PMS состоит из четырех блоков управления типа PPU (рис. 3) производства фирмы DEIF A/S, встроенных в каждую секцию щита. Каждый блок PPU управляет выключателями генераторов и секционным выключателем, а также имеет панель оператора (рис. 4). Последняя установлена

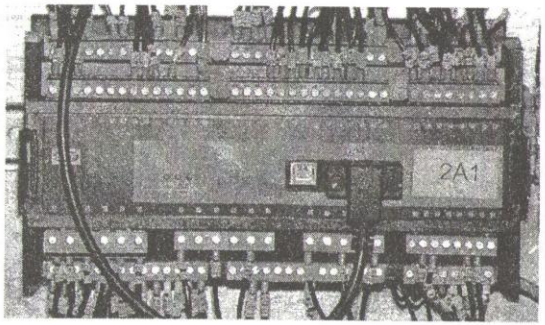


Рис. 3. Блок PPU

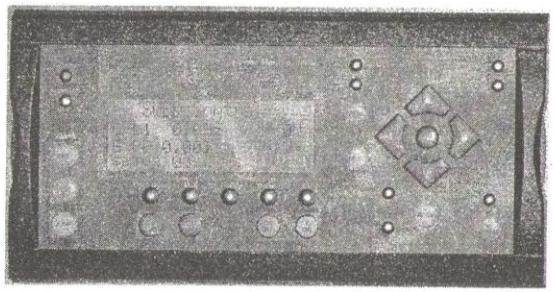


Рис. 4. Панель оператора

на лицевой стороне ГРЩ, на которой отображаются параметры управляемого блоком выключателя и генератора. Блок PPU, установленный в секции ДГ1, является базовым, он снабжен дополнительной панелью оператора (AOP) (рис. 5), которая используется для задания режима управления электростанцией.

В составе блока PPU имеются все необходимые электронные устройства для измерения электрических параметров 3-фазных систем с представлением результатов измерений и аварийных сигналов на экране LCD-дисплея. Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню, выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. Принципиальная схема подключения блока PPU показана на рис. 6.

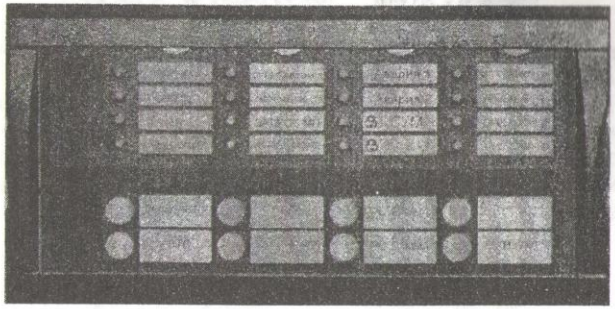


Рис. 5. Дополнительная панель оператора

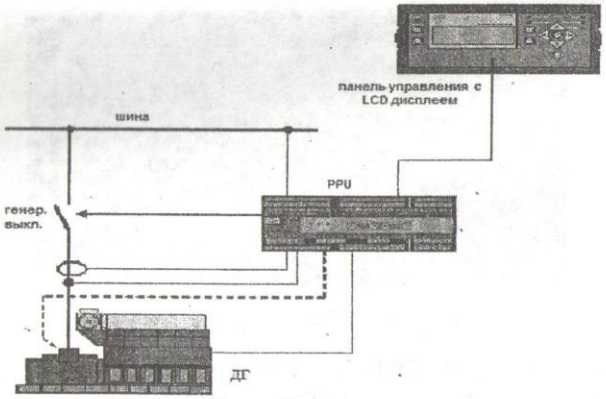


Рис. 6. Принципиальная схема подключения блока PPU

Преобразователь частоты

Для питания и управления приводными электродвигателями генераторов, в каждой генераторной секции установлены преобразователи частоты переменного тока (рис. 7). На эти преобразователи поступают задающие воздействия от электронных потенциометров EP-Q 96. Команды «ПУСК» и «СТОП» поступают непосредственно от PPM или от кнопок, установленных на лицевой панели ГРЩ.

В автоматическом режиме управления с блоков PPM на электронные потенциометры задания частоты дизель-генераторов поступают команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА МЕНЬШЕ».

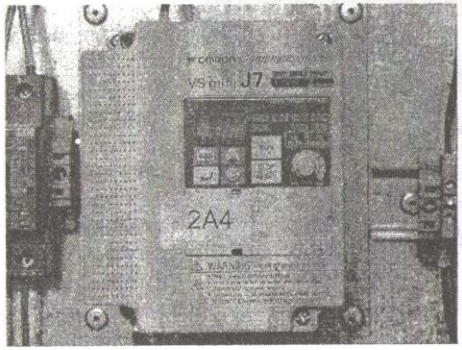


Рис. 7. Преобразователь частоты

Для автоматического управления EP-Q 96 ключ «MODE» нужно перевести в положение «AUTO».

Частота валогенератора управляется автоматически, задающим устройством для частоты является электронный потенциометр EP-Q 96.

Регулятор напряжения

Каждый генератор снабжен автоматическим регулятором напряжения. На эти регуляторы поступают команды от электронных потенциометров задания напряжения (EP-Q 96). В автоматическом режиме управления с блоков PPM на электронные потенциометры задания напряжения поступают команды «НАПРЯЖЕНИЕ БОЛЬШЕ» и «НАПРЯЖЕНИЕ МЕНЬШЕ».

Для автоматического управления EP-Q 96 ключ «MODE» нужно перевести в положение «AUTO».

Электронные потенциометры

В ГРЩ установлены электронные потенциометры (рис. 8), для управления регуляторами напряжения и преобразователями частоты.

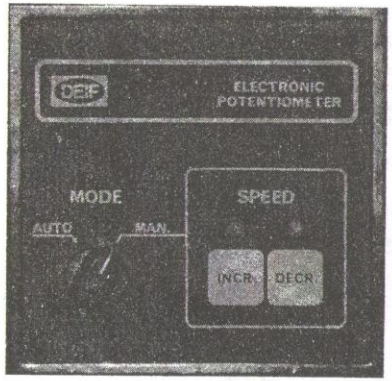


Рис. 8. Электронный потенциометр EP-Q96

Электронный потенциометр типа EP-Q96 представляет собой электронное устройство, заменяющее обычные поворотные потенциометры. Он не содержит подвижных частей и поэтому не требует технического обслуживания. EP-Q96 имеет маркировку CE для применения в гражданской, коммерческой областях, в легкой промышленности, а также в производственных помещениях.

Потенциометр EP-Q96 осуществляет преобразование сигнала от релейных выходов шагового ПИ-регулятора в сигнал напряжения, который затем используется для управления электронным регулятором скорости. Так как потенциометр является цифровым прибором, дрейф напряжения в процессе распределения нагрузки между дизельными генераторами в ручном режиме полностью отсутствует. В случае отключения и последующего восстановления напряжения питания показания потенциометра автоматически сбрасываются в исходную точку. Сигнал от электронного потенциометра шунтируется внутренним потенциометром сопротивлением 500 Ом. В результате получаются показанные ниже выходные сигналы. Переключатель на передней панели служит для выбора режима работы.

Automatic (автоматический): скорость контролируется сигналами, подаваемыми через электронные ключи – например, с помощью контроллера дизельного генератора фирмы DEIF типа PPU или через синхронизирующее реле.

Manual (ручной): повышение и понижение скорости производится с помощью двух кнопок управления на передней панели потенциометра, «INCR.» и «DECR.» соответственно.

Схемы подачи на вход постоянного напряжения с помощью потенциометра на блок PPU показаны на рис. 9.

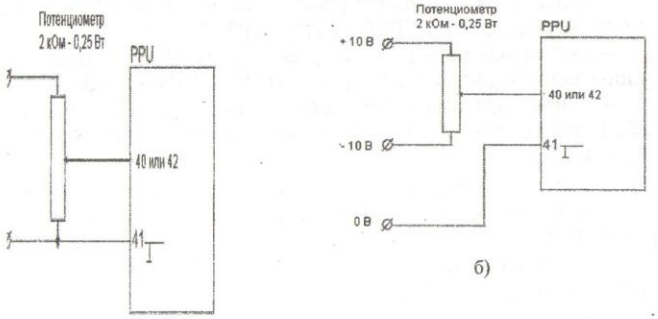


Рис. 9. Схемы подачи на вход постоянного напряжения:
а) 0 … 10 В; б) +/–10 В

Обеспечиваемые защиты

ГРЩ обеспечивает:

1) защиту генераторов: от перегрузки по току и мощности; от токов короткого замыкания; от обратной мощности; от снижения частоты; от снижения напряжения;

2) двухступенчатое отключение неответственных потребителей при перегрузке:

– фидера питания с берега и фидеров потребителей от токов короткого замыкания и перегрузки;

– фидера питания с берега от обрыва фазы, снижения напряжения и обратного чередования фаз;

– вспомогательных цепей и аппаратуры от токов короткого замыкания и перегрузки.

Лабораторная работа № 2
Автоматический режим работы главного распределительного щита

Цель: изучение устройства главного распределительного щита.

1. Режимы работы ГРЩ

ГРЩ обеспечивает следующие режимы работы судовой электростанции:

– длительная одиночная работа одного ДГ на главные шины и шины валогенератора ГРЩ (режимы ПОЛУАВТО, АВТО);

– длительная параллельная работа двух ДГ на главные шины и шины валогенератора ГРЩ (режимы ПОЛУАВТО, АВТО);

– длительная одиночная работа одного ДГ на главные шины ГРЩ, длительная работа ВГ на шины валогенератора (режим РАЗДЕЛЬНЫЙ);

– длительная параллельная работа двух ДГ на главные шины ГРЩ, длительная работа ВГ на шины валогенератора (режим РАЗДЕЛЬНЫЙ);

– длительная работа ВГ на шины валогенератора и на главные шины ГРЩ (режим ВГ);

– длительный прием питания с берега на главные шины и шины валогенератора ГРЩ;

– длительный прием питания с берега только на главные шины ГРЩ.

2. Описание работы ГРЩ

Выбор режима управления генераторами

Режим управления генераторами задается переключателями «УПРАВЛЕНИЕ» (рис. 10) для каждого генератора на соответствующей генераторной секции:

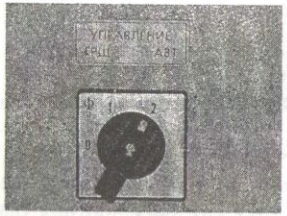


Рис. 10. Переключатель управления

«ВЫКЛ» – переключатель в положении «0». Управление генератором отключено, управление выключателем генератора заблокировано;

«ГРЩ» – переключатель в положении «1». Ручное управление генератором и его выключателем;

«АВТ» – переключатель в положении «2». Автоматическое управление генератором и его выключателем, ручное управление выключателем генератора заблокировано.

Автоматическому режиму ГРЩ соответствует режим, при котором хотя бы один генератор находится в режиме «АВТ». Запрещено изменять режим работы генераторных агрегатов с автоматического на ручной и обратно («АВТ», «ГРЩ») на работающих машинах.

Функционирование ГРЩ в автоматическом режиме

Автоматическому режиму ГРЩ соответствует режим, при котором хотя бы один генератор находится в режиме «АВТ». Если генератор находится в режиме автоматического управления, необходимо внимательно относиться к вмешательству в процесс управления, поскольку это может привести к нештатным и аварийным ситуациям, к выходу аппаратуры ГРЩ и ДГ из строя.

Основные режимы автоматического управления

При рассмотрении автоматических режимов необходимо изучить учебное пособие [2].

Основным режимом автоматического управления является режим, при котором секционный выключатель включен, все генераторы находятся в режиме «АВТ», один из них является основным, а другой резервным (согласно настройкам в PMS).

При достижении нагрузки основного ДГ, равной 70% от его номинальной мощности или более, в течение не менее 10 секунд по команде от PMS будет запущен резервный ДГ, затем синхронизирован и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка равномерно распределяется между двумя ДГ и её автоматическое распределение производится постоянно.

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при получении от основного ДГ предупредительного сигнала о некритичной неисправности по команде от PMS будет запущен резервный ДГ. Затем этот ДГ синхронизируется и включается на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка будет плавно переведена на резервный ДГ, после чего основной ДГ отключается от шин и останавливается. После остановки основной ДГ будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока его обобщенный предупредительный сигнал не снимется.

Некритичная неисправность – неисправность, не требующая немедленной остановки ДГ.

Неисправность может имитироваться при помощи потенциометров (рис. 11) и кнопок (рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора. Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, то при получении от основного ДГ сигнала о критичной не-

исправности (например, с помощью грибовидной кнопки аварийной остановки) будет немедленно отключен его автоматический выключатель и выдана команда на остановку. Если резервный ДГ остановлен и готов к запуску, то будет выдана команда на его запуск, и после запуска резервного ДГ его выключатель будет включен. Если в момент аварийной остановки основного ДГ резервный ДГ работал в параллель с основным, то резервный ДГ остается в работе. Основной ДГ считается неготовым к запуску до тех пор, пока его сигнал неисправности не снимется.



Рис. 11. Потенциометры имитации аварий

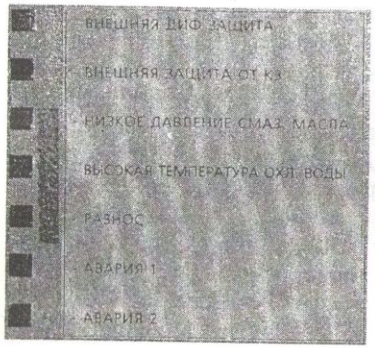


Рис. 12. Кнопки имитации аварий

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при отключении выключателя основного ДГ током короткого замыкания, запуск резервного ДГ не будет произведен (защита от включения на короткое замыкание). При этом основной ДГ остается запущенным. После квитирования аварийных сигналов (на автоматическом выключателе и устройстве защиты генератора), если основной ДГ продолжает работать – будет произведено включение его на сборные шины. Если основной ДГ остановлен и готов к запуску, то он будет запущен и включен на сборные шины. Если основной ДГ к запуску не

готов, то будет произведен запуск и включение на сборные шины резервного ДГ.

Если основной и резервный ДГ работают параллельно и мощность обоих составит менее 20% на каждый ДГ в течение не менее 45 секунд, то нагрузка с резервного ДГ будет плавно переведена на основной, после чего резервный ДГ будет отключен и остановлен.

При получении обобщенного предупредительного сигнала от любого из параллельно работающих ДГ, неисправный ДГ будет плавно разгружен, отключен от главных сборных шин и остановлен и будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока обобщенный предупредительный сигнал не снимется. В случае получения сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» (рис. 13) от одного из работающих в параллель ДГ, этот ДГ будет немедленно отключен от главных сборных шин и остановлен. При включении валогенератора (ВГ) не предусмотрено длительной параллельной работы и распределения нагрузки между ДГ и ВГ. После автоматической синхронизации осуществляется только плавный перевод нагрузки с ДГ на ВГ и обратно.



Рис. 13. Кнопка аварийной остановки

Другие режимы автоматического управления ГРЩ

В режиме, когда оба ДГ являются основными, и если на главные сборные шины ГРЩ не работает валогенератор, они будут работать в параллель, даже при длительном снижении нагрузки на каждый ДГ менее чем на 20%. При этом будет производиться автоматическое распределение нагрузки между ДГ. При получении от какого-либо ДГ сигнала о неисправности или сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» (см. рис. 13), неисправный ДГ будет отключен, разгружен и остановлен. После снятия всех сигналов о неисправности, остановленный ДГ будет вновь запущен, синхронизирован с шинами и введен в работу.

В режиме, когда оба ДГ являются резервными, если на главные сборные шины ГРЩ не работает ВГ, один из ДГ будет постоянно работать на главные сборные шины ГРЩ. При росте и удержании

нагрузки на работающий ДГ 90% и более в течение не менее 45 секунд, будет запущен другой ДГ, синхронизирован и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения будет производиться автоматическое распределение нагрузки между ДГ. При снижении нагрузки до 20% и менее на каждый ДГ в течение не менее 45 секунд, ДГ1 будет разгружен, отключен от главных сборных шин и остановлен.

При получении от какого-либо ДГ сигнала о неисправности или сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» неисправный ДГ будет отключен, разгружен и остановлен.

Средства имитации на ГРЩ

Ввиду крайней технической сложности, некоторые параметры в моделируемой электростанции вместо реальных заменены на имитируемые. Для изменения значений этих параметров предусмотрены соответствующие органы управления.

Приводные двигатели генераторов имитируются асинхронными трехфазными двигателями, получающими питание от преобразователей частоты (ПЧ).

Сигналы неисправности от датчиков низкого уровня масла, повышенной температуры воды и превышения критической частоты вращения, навешенных на приводные двигатели генераторов, имитируются кнопками (см. рис. 12). Исправность этих цепей непрерывно контролируется блоками управления генераторов.

Срабатывание устройств защиты от токов короткого замыкания и дифференциальной защиты генератора также имитируется кнопками [6, 8].

Средства коммуникации

Все блоки управления PPM связаны между собой общей шиной с интерфейсом CAN. Это необходимо для согласованного совместного функционирования всех устройств автоматики в ГРЩ.

Дополнительно все блоки автоматики в ГРЩ и АРЩ имеют встроенный интерфейс RS-485 ModBUS-RTU. Все блоки автоматики объединены по этому интерфейсу в общую шину. Возможно подключение к этой шине в АРЩ к персональному компьютеру или промышленному контроллеру по интерфейсу RS-485 ModBUS-RTU. Для

подключения к персональному компьютеру необходимо наличие в компьютере последовательного COM-порта с интерфейсом RS-232 или RS-485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-232 необходим внешний интерфейсный преобразователь RS-232/485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-485 возможно прямое подключение (без интерфейсного преобразователя) к шине данных ModBUS-RTU.

Для отображения параметров и структуры электростанции необходимо программное обеспечение DEIF A/S для устройств типа Multi-line2 PPU и PPM.

Возможен и прямой обмен данными с устройствами автоматики ГРЩ и АРЩ при помощи любого программного обеспечения, поддерживающего протокол ModBUS-RTU в режиме MASTER – например ModBUS-совместимый OPC-сервер, эмулятор ModBUS и т.д.

Параметры коммуникации (адреса устройств на шине ModBUS, скорость обмена данными, четность и прочие параметры связи) задаются в устройствах PPU и PPM.

Лабораторная работа № 3

Аварийный распределительный щит

Цель: изучение устройства аварийного распределительного щита.

1. Описание аварийного распределительного щита

Аварийный распределительный щит (АРЩ) состоит из одной секции аварийного дизель-генератора. Общий вид аварийного распределительного щита показан на рис. 14.

Физическая модель генераторного агрегата

Аварийная электростанция моделируемой ЭЭС состоит из одного аварийного дизель-генераторного агрегата мощностью 0,4 кВт (рис. 15). Аварийный дизель-генератор (АДГ) имитируется физической моделью, которая включает в себя трехфазный синхронный генератор 3×400 В, 50 Гц, 0,4 кВт, приводимый во вращение трехфазным асинхронным электродвигателем переменного тока.

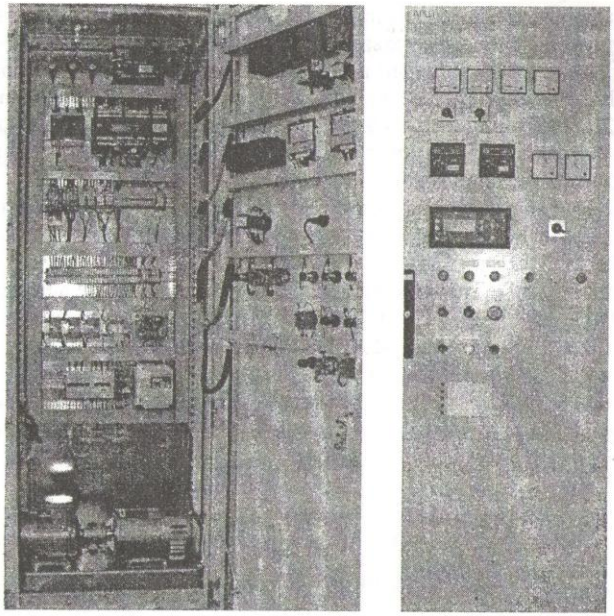


Рис. 14. Общий вид аварийного распределительного щита

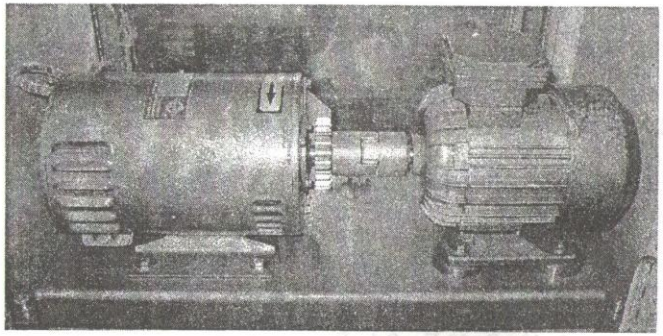


Рис. 15. Физическая модель аварийного дизель-генератора

На рис. 16 показана электрическая принципиальная схема аварийного распределительного щита.

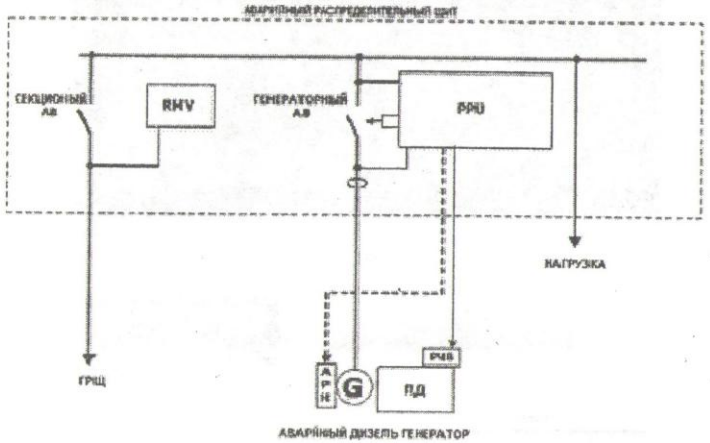


Рис. 16. Схема электрическая принципиальная

Блок управления генератором типа PPU

В АРЩ установлен блок управления генератором типа PPU, представляющий собой микропроцессорный блок, содержащий все необходимые функции управления синхронным генератором. Блок PPU (см. рис. 3) выполняет синхронизацию системы, и обеспечивает все функции контроля и защиты генератора. Контроллер PPU управляет выключателем АДГ и имеет панель оператора, установленную на лицевой стороне АРЩ (рис. 17), на которой отображаются параметры АДГ.

В составе блока PPU имеются все необходимые электронные устройства для измерения электрических параметров 3-фазных систем с представлением результатов измерений и аварийных сигналов на экране LCD-дисплея. Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню (с возможностью защиты паролем), выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. Принципиальная схема подключения блока PPU показана на рис. 18.

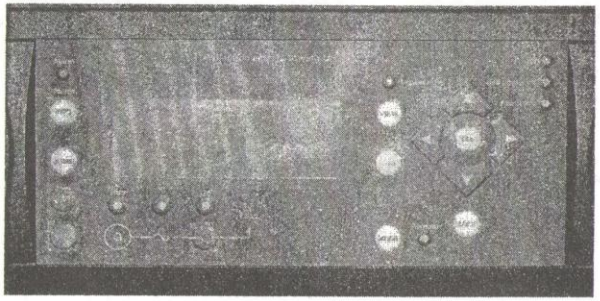


Рис. 17. Панель оператора

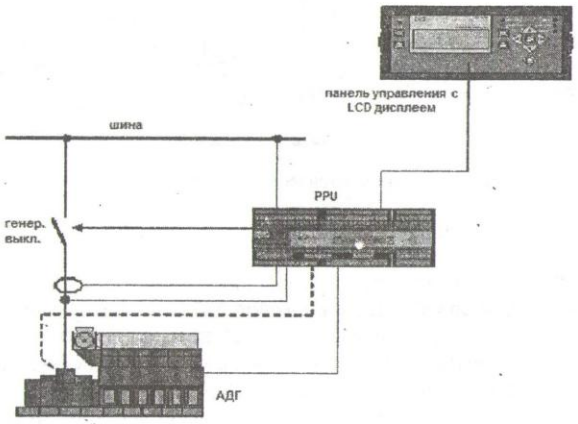


Рис. 18. Принципиальная схема подключения блока PPU

Преобразователь частоты

Для питания и управления приводным электродвигателем АДГ в АРЩ установлен преобразователь частоты переменного тока (рис. 19). На этот преобразователь поступают команды от блока PPU (команды «ПУСК» и «СТОП») и от электронных потенциометров задания частоты (команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА

МЕНЬШЕ»). В автоматическом режиме управления с блока PPU на электронные потенциометры задания частоты дизель-генератора поступают команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА МЕНЬШЕ».

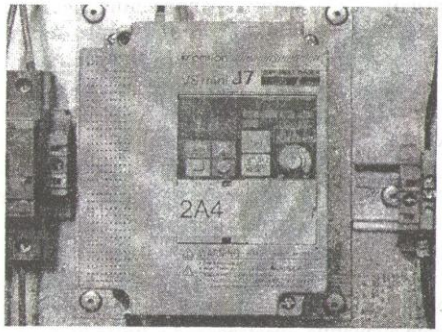


Рис. 19. Преобразователь частоты

Для программирования преобразователя и написания управляющих программ может использоваться пакет программного обеспечения для персонального компьютера под OS WINDOWS [4].

Реле контроля напряжения

В АРЩ в автоматическом режиме ведется непрерывный контроль напряжения на вводе питания от ГРЩ при помощи реле контроля напряжения (рис. 20).

Защитные реле напряжения RMV-112D входят в состав серии реле DEIF, предназначенных для защиты и управления генераторами, и могут применяться как на судах, так и в качестве берегового оборудования.

Реле имеют одобрение главных классификационных обществ. Реле напряжения могут применяться для защиты генераторов, моторов и

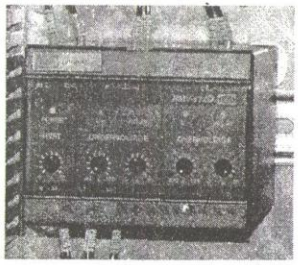


Рис. 20. Реле контроля напряжения RMV-112D

трансформаторов при колебании напряжения в системе. Реле отслеживает напряжение на всех трех фазах, обнаруживая повышение и понижение напряжения. С помощью индикатора LED производит указание аварийной ситуации; указание активированного реле.

Реле производит измерения напряжения на всех трех фазах, обеспечивая RMS измерение синусоидального напряжения. Если напряжение падает ниже допустимого критического значения или превосходит верхнее критическое значение, то будет активирован соответствующий выходной сигнал (минимальное/максимальное напряжение составляет U< + U>).

При обнаружении высокого входного напряжения и в случае, если это напряжение превосходит верхнее критическое значение, активируется выходной сигнал (максимальное напряжение U> and U>).

При обнаружении низкого входного напряжения и в случае, если это напряжение падает ниже критического значения, активируется выходной сигнал (минимальное напряжение U < and U<).

Критическое значение указывается с помощью потенциометров на передней панели реле.

При превышении указанного значения будет включен соответствующий таймер, который будет работать в течение всего аварийного периода. Задержка не зависит от того, насколько превышено критическое значение. Если характеристика вернется к нормальному значению, то на таймере устанавливается исходное значение. После истечения временного периода, установленного на таймере, контакт и встроенная схема гистерезиса активируются, а соответствующий красный индикатор LED включается.

В реле применяется регулируемый гистерезис (общий для обоих контактов), т.е. разница в 1,10% от значения Un между подачей напряжения на реле и отключением напряжения. Если аварийное напряжение равно или меньше предварительно установленного значения гистерезиса, то реле будет деактивировано.

Реле обеспечивает подачу выходных сигналов двух видов: U< – минимальный контакт, U> – максимальный контакт. Контакты могут быть в норме под напряжением или без напряжения.

Контакт (в норме без напряжения) рекомендуется при установке в качестве судового оборудования, используемого для регулировки и управления. В случае перебоев в подаче вспомогательного питания контакты не будут активированы. Реле снабжено схемой контроля за включением питания с периодом времени 200 ms, что

обеспечивает корректное функционирование реле при подключении вспомогательного напряжения.

Реле, кроме того, оснащено зеленым индикатором LED "POWER" для показания, что питание включено. Цепь управления показана на рис. 21.

Все элементы управления (за исключением команд автоматического выключателя) выполнены для напряжения постоянного тока 24 В. Силовая цепь контроля напряжения изображена на рис. 22.

Измерительные приборы

На АРЩ предусмотрены стрелочные измерительные приборы для контроля всех необходимых величин.

Силовые полупроводниковые устройства должны быть оборудованы измерительными приборами в соответствии с их назначением. На рис. 23 показаны общий вид и схема подключения вольтметра (*а*), амперметра (*б*) и ваттметра (*в*).

Внутренний и внешний каналы связи

Канал передачи информации должен непрерывно самоконтролироваться с целью обнаружения отказов в нем самом и сбоев в передаче информации на узлах. При обнаружении неисправности должна срабатывать сигнализация.

Если канал передачи информации используется для двух и более ответственных функций, он должен быть резервированным. Резервированные каналы передачи данных должны прокладываться отдельно и на возможно большем удалении друг от друга.

Переключение между резервированными каналами не должно вызывать нарушений в передаче информации и в непрерывном функционировании системы. При автоматическом переключении должен подаваться сигнал АПС.

Для обеспечения нормального обмена информацией между различными системами должны использоваться стандартные интерфейсы. Компьютерная система должна быть построена таким образом, чтобы в случае выхода ее из строя объекты управления автоматически приводились в наименее опасное состояние. Неисправность системы и ее перезапуск не должны приводить управляемые процессы в неопределенное или критическое состояние.

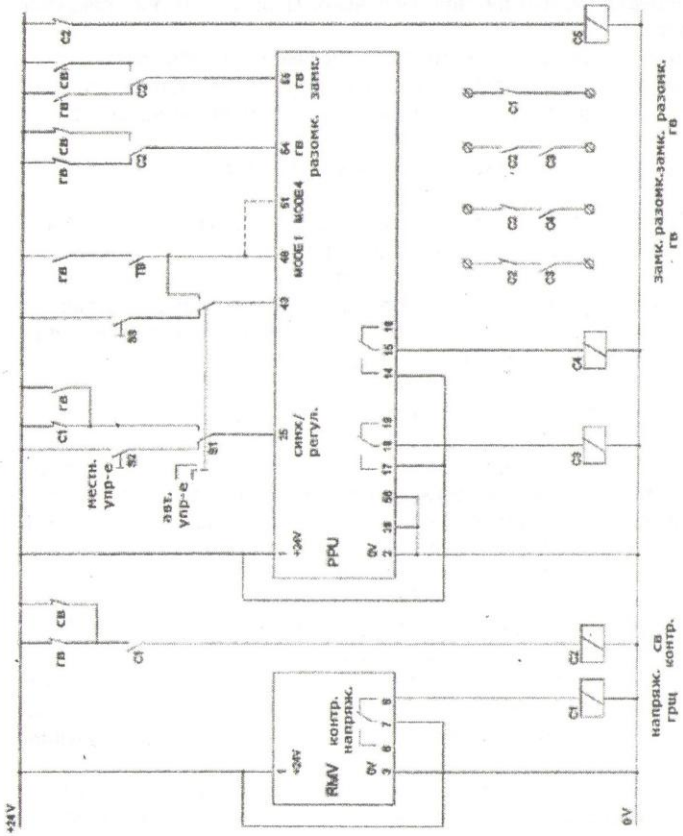


Рис. 21. Цепь управления

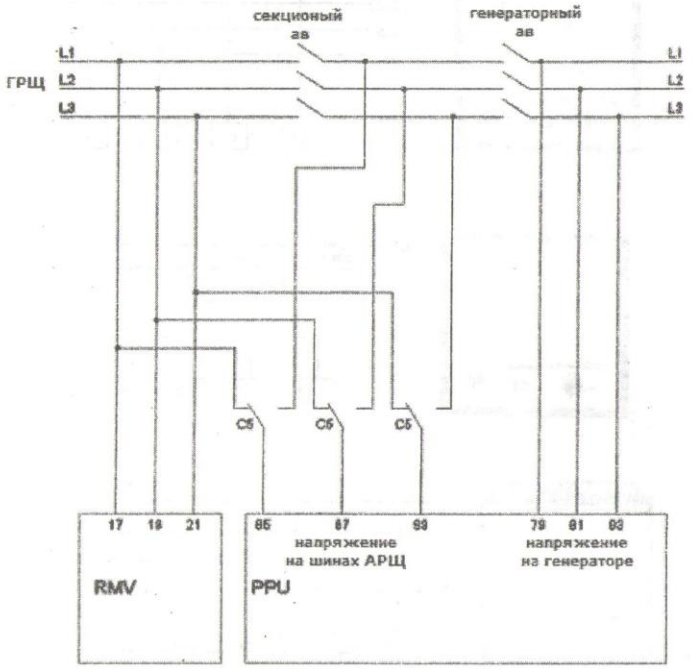


Рис. 22. Силовая цепь контроля напряжения

Примечание. Контакты, находящиеся в норме под напряжением, не активируются в течение 200 ms после подсоединения вспомогательного напряжения. Подобным образом реле снабжены схемой контроля за выключением питания с периодом времени 200 ms, что обеспечивает наблюдение и поддержание функций при превышении установленных значений в течение 200 ms после отключения вспомогательного напряжения.

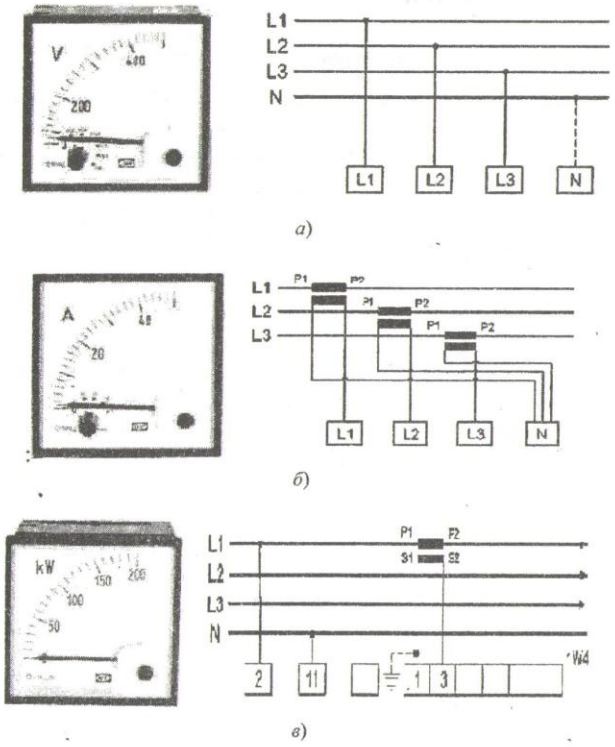


Рис. 23. Общий вид и схемы подключения
вольтметра EQ72-x (*а*); амперметра EQ72-x (*б*) и ваттметра EQ72-x (*в*)

Системы управления, аварийно-предупредительной сигнализации и защиты выполнены таким образом, чтобы единичный отказ в компьютерной системе не мог повлиять на более чем одну из указанных функций.

Используемый в системе канал CAN предназначен только для внутренней связи. Соединение с другими системами связи не допускается. Если требуется связь с внешней системой, необходимо выбрать дополнительную панель управления связью. Внешний канал необходим для связи с внешней системой контроля и аварийной сигнализации или с контроллером двигателя.

Все блоки автоматики в АРЩ имеют встроенный интерфейс RS-485 ModBUS-RTU. Все блоки автоматики объединены по этому интерфейсу в общую шину.

Возможно подключение этой шины в АРЩ к персональному компьютеру или промышленному контроллеру по интерфейсу RS-485 ModBUS-RTU. Для подключения к персональному компьютеру необходимо наличие в компьютере последовательного COM-порта с интерфейсом RS-232 или RS-485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-232 необходим внешний интерфейсный преобразователь RS-232/485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-485 возможно прямое (без интерфейсного преобразователя) подключение к шине данных ModBUS-RTU.

Для отображения параметров и структуры электростанции необходимо программное обеспечение DEIF A/S для устройств типа multi-line 2 PPU.

Возможен и прямой обмен данными с устройствами автоматики АРЩ при помощи любого программного обеспечения, поддерживающего протокол ModBUS-RTU в режиме MASTER – например ModBUS-совместимый OPC-сервер, эмулятор ModBUS и т.д.

Параметры коммуникации (адреса устройств на шине ModBUS, скорость обмена данными, четность и прочие параметры связи) задаются в устройстве PPU.

Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню (с возможностью защиты паролем), выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. При этом используется встроенное сервисное программное обеспечение Multi-line 2 на базе операционной системы Windows®. Помимо стандартных функций сервисная программа обеспечивает дополнительные возможности, например, вывод на экран всей необходимой информации для приемочной проверки, сохранение и загрузка настроек, а также обновление программного обеспечения.

2. Режимы работы АРЩ

АРЩ обеспечивает следующие режимы работы аварийной электростанции:

– длительную одиночную работу АДГ на шины АРЩ;
– длительный прием питания с ГРЩ на шины АРЩ.

Выбор режима управления АРЩ

Режим управления задается переключателем «УПРАВЛЕНИЕ» для всего щита:

«ОТКЛ» – управление отключено, управление выключателем генератора заблокировано.

«ГРЩ» – ручное управление генератором и его выключателем, проверка работы автоматики АРЩ;

«АВТ» – автоматическое управление генератором и его выключателем, ручное управление выключателем генератора заблокировано.

Ручное управление АДГ и его выключателем, подстройка частоты и напряжения запрещены, если для АРЩ выбран режим управления «АВТ». Включение источников электроэнергии на шины без синхронизации допускается только при обесточенных сборных шинах.

Функционирование АРЩ в автоматическом режиме

Если АРЩ находится в режиме автоматического управления, то ручное вмешательство в управление недопустимо, поскольку это может привести к нештатным и аварийным ситуациям, к выходу аппаратуры АРЩ и генератора из строя.

Основная функция, выполняемая АРЩ, – поддержание электропитания на сборных шинах АРЩ и надежное снабжение электроэнергией ответственных судовых потребителей, получающих питание от АРЩ.

АРЩ получает основное питание от ГРЩ и резервное (в случае исчезновения основного) – от АДГ.

В АРЩ в автоматическом режиме ведется непрерывный контроль напряжения на вводе питания от ГРЩ при помощи реле контроля напряжения. При снижении или полном исчезновении напряжения на вводе от ГРЩ аппаратура АРЩ обеспечивает: отключение фидера приема питания от ГРЩ; выдача команды на запуск АДГ; при получении от генератора сигнала «готов к приему нагрузки» – включение АДГ на обесточенные шины АРЩ.

После перехода на питание от АДГ контроль напряжения на вводе от ГРЩ продолжается. При появлении напряжения на вводе от ГРЩ аппаратура АРЩ обеспечивает:

– выдержку времени – как правило, несколько минут с момента появления напряжения на вводе от ГРЩ;

– по истечении выдержки времени – отключение выключателя АДГ и вслед за этим немедленное включение выключателя ввода от АДГ;

– остановку АДГ.

После остановки АДГ АРЩ вновь готов к автоматическому запуску АДГ в случае обесточивания АРЩ.

Лабораторная работа № 4

M-Vision. Система удаленного контроля, управления и сбора данных

Цель: изучение работы системы удаленного контроля, управления и сбора данных.

1. Обзор приложения системы M-Vision

Система удаленного контроля, управления и сбора данных M-Vision предназначена для работы с контроллерами управления дизель-генераторными агрегатами серии Multi-line 2 (рис. 24). Система представляет собой программное обеспечение, устанавливаемое на компьютере оператора судовой электростанции. Программное обеспечение состоит из трех частей: среды разработки проекта, сервера и клиента M-Vision. Удаленный персональный компьютер с установленным программным продуктом M-Vision позволяет осуществлять дистанционный контроль и управление судовой электростанцией. На экран монитора выводится мнемосхема электростанции, на которой изображены дизель-генераторы, валогенератор, аварийный дизель-генератор, нагрузки, а также все автоматические выключатели и контрольно-измерительные приборы, демонстрирующие параметры работающих генераторных агрегатов.

Управляя курсором на экране монитора, можно с удаленного компьютера управлять генераторными агрегатами и их автоматическими выключателями. Кроме того, имеется возможность представить на экране монитора контролируемые параметры всех работающих генераторов в виде таблиц или непрерывно меняющихся

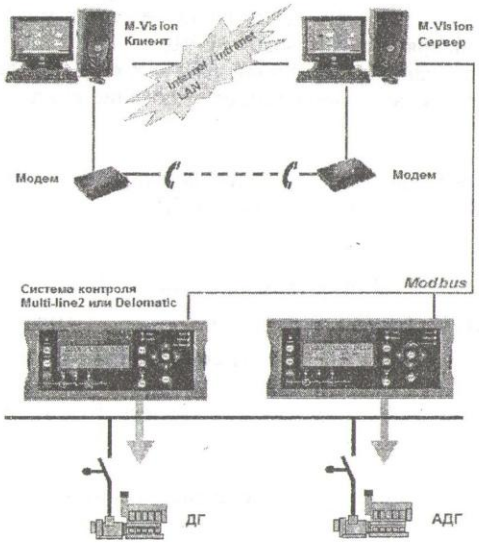


Рис. 24. Организация связи между приложениями M-Vision

графиков (осциллограмм). При необходимости имеется возможность через адаптер, подключить до восьми мониторов, за которыми обучающиеся могут проследить, как изменяются параметры рабочих и переходных процессов при управлении режимами работы и нагрузкой электростанции.

2. Описание окон приложения системы M-Vision

Окно «Power Plant»

Это окно представляет информацию об электростанции в виде анимированных графических элементов на однолинейной мнемосхеме и является удобным пользовательским интерфейсом для управления электростанцией (рис. 25).

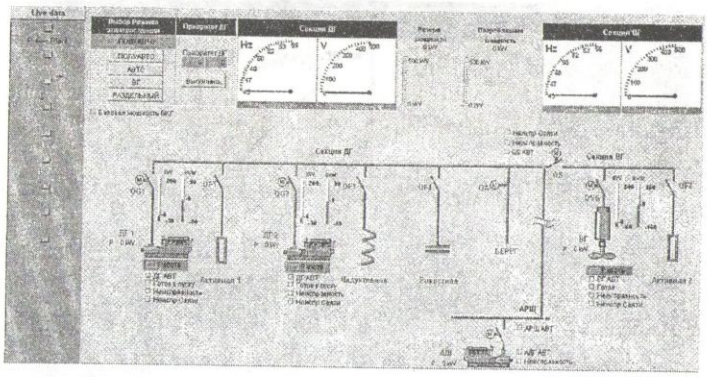


Рис. 25. Окно «Power Plant»

Шины, находящиеся под напряжением, индицируются зеленым цветом. Рядом с изображениями ДГ1, ДГ2, ВГ, АДГ расположены индикаторы состояния и потребляемая нагрузкой мощность. В левом верхнем углу имеются кнопки выбора режима работы электростанции.

Переход из полуавтоматического управления в режимы «ВГ» и «РАЗДЕЛЬНЫЙ» происходит через режим «АВТО». Справа от них с помощью кнопки «Выполнить» осуществляется выбор основного и резервного ДГ (1 – основной, 2 – резервный).

В этом окне изображены также анимированные частотомеры и вольтметры секции ДГ и ВГ.

Окна «Diesel Generator 1» и «Diesel Generator 2»

Здесь осуществляется управление дизель-генераторами 1 (ДГ1) и 2 (ДГ2), а также выводится информация в виде анимированных графических элементов.

На рис. 26 показано управление ДГ1. Кнопками «ПУСК» и «СТОП» соответственно запускаем или останавливаем генератор, кнопками «QG1 ВКЛ» и «QG1 ВЫКЛ» – устанавливаем или снимаем генератор с шин.

Справа от кнопок управления изображены индикаторы фазных токов и линейных напряжений генератора. Над кнопками управления находятся индикаторы состояния генератора.

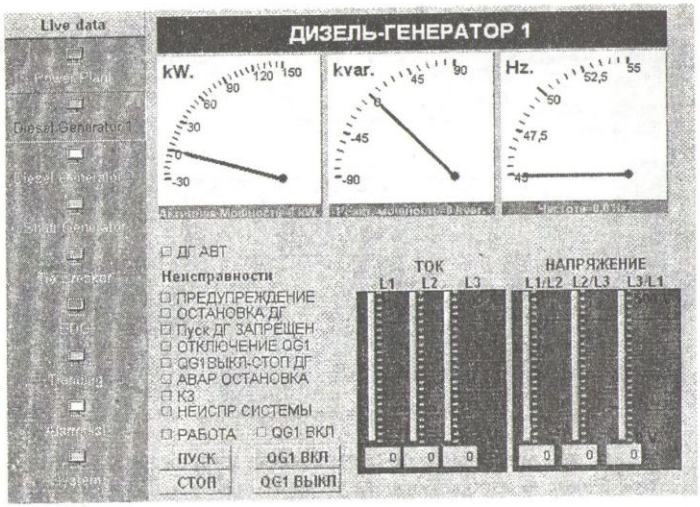


Рис. 26. Окно «Diesel Generator 1»

В верхней части окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры ДГ1.

Аналогично осуществляется управление дизель-генератором ДГ2: кнопки «ПУСК» и «СТОП» – запуск или остановка генератора, кнопки «QG2 ВКЛ» и «QG2 ВЫКЛ» – установка или съем генератора с шин. Вверху так же расположены измерительные приборы.

Окно «Shaft Generator»

В этом окне выводится информация о валогенераторе (ВГ) в виде анимированных графических элементов (рис. 27).

В правом нижнем углу расположены индикаторы фазных токов и линейных напряжений ВГ, в левом – индикаторы состояния ВГ. В верхней части окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры валогенератора. Управление запуском и остановкой ВГ осуществляется с ГРЩ в ручном режиме.



Рис. 27. Окно «Shaft Generator»

Окно «Tie Breaker»

Это окно предоставляет возможность включать и отключать секционный выключатель с помощью кнопок «QS ВКЛ» и «QS ВЫКЛ», а также контролировать частоту и напряжение на шинах секций ДГ и ВГ (рис. 28).

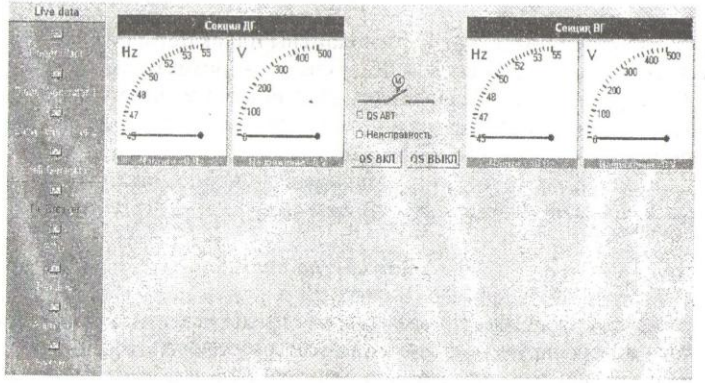


Рис. 28. Окно «Tie Breaker»

Окно «EDG»

В этом окне выводится информация о аварийном дизель-генераторе (АДГ) в виде анимированных графических элементов (рис. 29).



Рис. 29. Окно «EDG»

В правом нижнем углу расположены индикаторы фазных токов и линейных напряжений АДГ, в левом – индикаторы состояния АДГ. В верху окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры аварийного дизель-генератора.

При управлении с компьютера запуск и остановка АДГ в автоматизированном режиме не осуществляется.

Окно «Trending»

В этом окне имеется возможность представить на экране монитора контролируемые параметры всех работающих генераторов в виде таблиц или непрерывно меняющихся графиков (осциллограмм) (рис. 30).

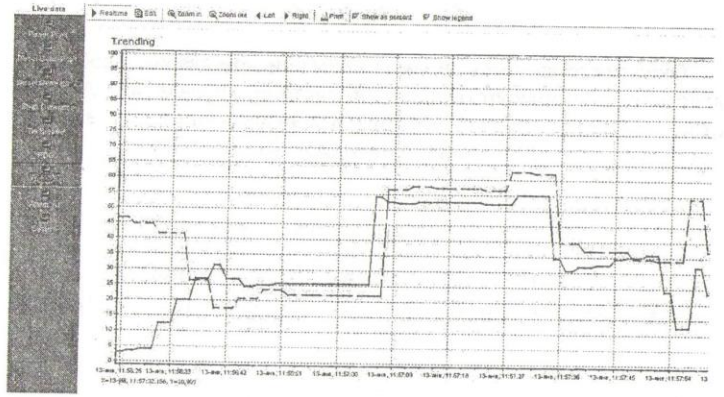


Рис. 30. Окно «Trending»

Окно «System»

В этом окне изображена схема внешнего и внутреннего каналов связи тренажерного стенда (рис. 31).

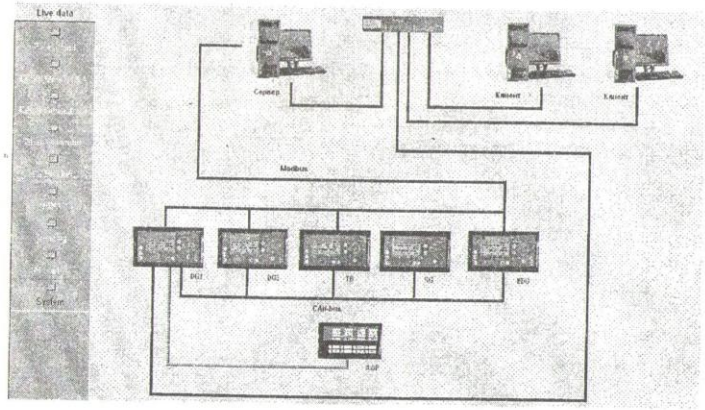


Рис. 31. Окно «System»

Окно «Alarm list»

Окно представляется динамическим списком аварий и событий, действительно присутствующих в системе управления. Аварии отображаются различным цветом – в зависимости от их статуса и могут быть переданы в электронную базу данных.

Лабораторная работа № 5

Компьютерное управление судовой автоматизированной электроэнергетической системой

Цель: приобретение навыков управления электростанцией в различных режимах работы судна.

1. Общие сведения

Для управления тренажерным стендом с компьютера устанавливаем переключатель управления всех секций в положение 2 (АВТ.) – см. рис. 10. Переключатель «MODE» всех электронных потенциометров переводим в положение «AUTO» – см. рис. 8.

Включение и выключение нагрузок производится с помощью переключателей (рис. 32) на СУ. По часовой стрелке происходит мгновенное включение нагрузки, а против часовой стрелки – с запросом на подключение.

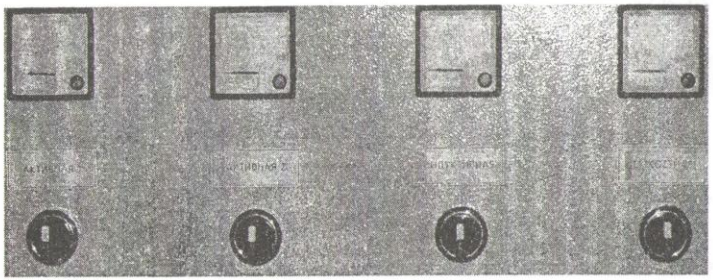


Рис. 32. Переключатели нагрузок

Имитация аварийных ситуаций может осуществляться при помощи потенциометров (см. рис. 11) и кнопок (см. рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора.

В лабораторной работе реализованы основные эксплуатационные режимы работы судна. Перед её выполнением следует ознакомиться с Правилами Российского Морского Регистра Судоходства [1, 9].

В эксплуатационных режимах работы различные устройства судна будут имитироваться одинаковыми нагрузками, так как их количество ограничено.

2. Режимы работы судна

Одиночная работа ДГ

Прежде чем перейти работать к судовой электростанции, необходимо отключится от берега. Береговой режим является ненагруженным. Питание от берега получают неосновные потребители, мощность которых невелика. Чтобы избежать перерыва в питании, при необходимости, допускается кратковременная параллельная работа каждого генератора с берегом. Длительная параллельная работа не допускается в связи с разными требованиями по отклонению напряжения и частоты у судовых и береговых электростанций.

На данном тренажерном стенде при управлении с компьютера нет возможности осуществить синхронизацию с берегом, поэтому приходится отключать береговой автомат вручную. После отключения питания с берега (кнопкой QSC на СУ) лабораторный комплекс переходит в автоматический режим.

В режиме ПОЛУАВТО с панели управления (см. рис. 4) на ГРЩ кнопкой «Start» или с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 1» (см. рис. 26) кнопкой «Пуск» производится запуск ДГ. После установки номинальных параметров генератор автоматическим выключателем кнопкой «CB ON» с панели управления или кнопкой «QG1 вкл» с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 1» будет включен на шины.

Для автоматического запуска дизель-генератора переключатель на пульте управления ставим в положение *Автозапуск*. Замыкаются контакты в цепи реле пуска. Происходит прокачка маслом и воз-

душный запуск двигателя. При достижении валом дизеля определенной частоты вращения, он переходит работать на топливо, отключается электродвигатель предпусковой прокачки масла и прекращается подача пускового воздуха.

Происходит самовозбуждение генератора и при номинальном напряжении он подключается на ГРЩ (рис. 33). После того как ДГ1 встанет на шины, тренажерный стенд переводится в режим «ПОЛУАВТО».

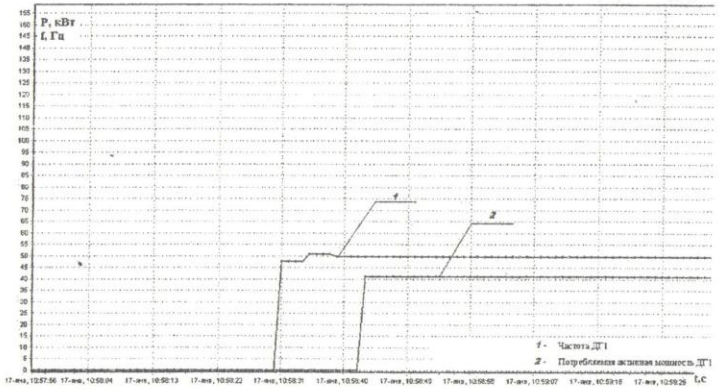


Рис. 33. Включение ДГ на шины ГРЩ

Параллельная работа ДГ

При включении дизель-генераторов на параллельную работу выполняются следующие операции.

В режиме «ПОЛУАВТО» с панели управления (см. рис. 4) на ГРЩ кнопкой «Start» или с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 2» кнопкой «Пуск» производится запуск ДГ. После установки номинальных параметров генератор автоматическим выключателем кнопкой «CB ON» с панели управления или кнопкой «QG1 вкл» с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 2» будет синхронизирован и включен на шины.

В режиме «АВТО», когда нагрузка работающего ДГ достигает 70% от его номинальной мощности или более, в течение не менее

10 секунд по команде от PMS будет запущен резервный ДГ и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка автоматически распределяется между двумя ДГ. Характеристики основных параметров при параллельной работе генераторов показаны на рис. 34.

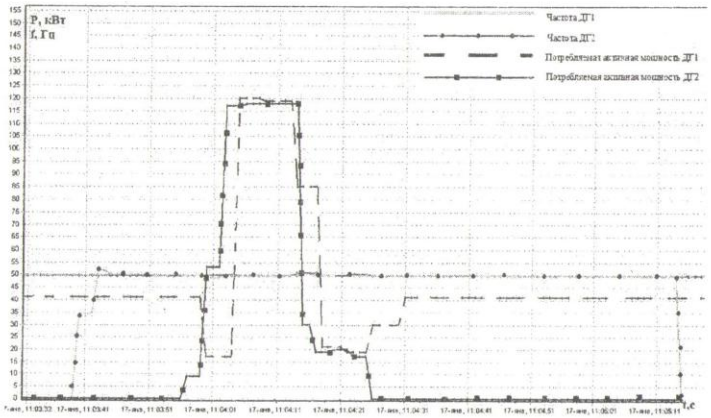


Рис. 34. Параллельная работа генераторов

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при получении от основного ДГ предупредительного сигнала о некритичной неисправности по команде от PMS будет запущен резервный ДГ. Затем этот ДГ синхронизируется и включается на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка будет плавно переведена на резервный ДГ, после чего основной ДГ отключается от шин и останавливается. После остановки основной ДГ будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока его обобщенный предупредительный сигнал не снимется.

Некритичная неисправность – это неисправность, не требующая немедленной остановки ДГ.

Неисправность может имитироваться при помощи потенциометров (см. рис. 11) и кнопок (см. рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора.

Включение валогенератора

Работа от валогенератора осуществляется тогда, когда остаётся в эксплуатации часть вспомогательных механизмов машинного отделения и общесудовых систем и отключаются палубные механизмы (рис. 35).

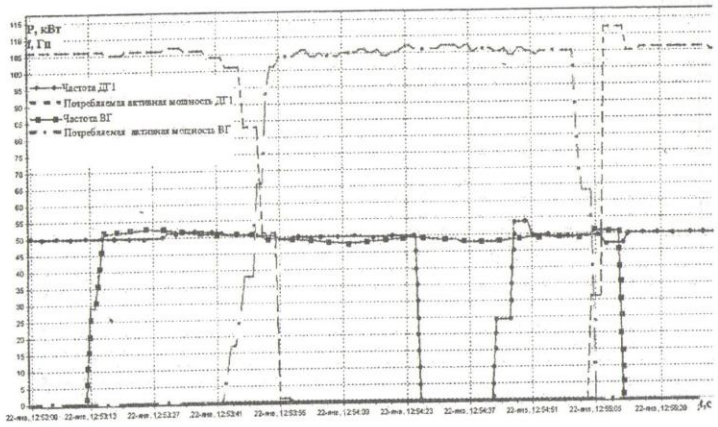


Рис. 35. Работа от валогенератора

В режиме «ПОЛУАВТО» порядок перехода на валогенератор и обратно проводят в следующей последовательности:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.
2. Перейти в режим ВГ в окне «Power Plant» программы M-Vision.
3. После выхода из открытого моря перевести электростанцию в автоматический режим.
4. После того как ДГ1 запустится и встанет на шины, перейти в полуавтоматический режим.
5. Остановить ВГ с помощью кнопки «Ручная остановка ВГ».

В режиме «АВТО» при переходе на валогенератор и обратно необходимо:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.

2. На дополнительной панели оператора (см. рис. 5) нажать кнопку ВГ. Произойдет автоматическая синхронизация ВГ с ДГ, распределение нагрузок и отключение ДГ от шин.
3. После выхода из открытого моря для перевода нагрузки на ДГ нажать кнопку «АВТО» на дополнительной панели управления (см. рис. 5).
4. Остановить вручную ВГ.

Режим разделенных секций

Этот режим используется, когда возникает необходимость часть потребителей питать от ДГ, а часть от ВГ (рис. 36).

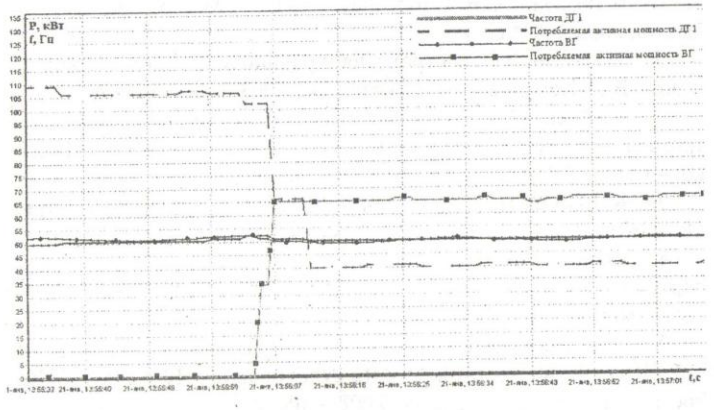


Рис. 36. Режим разделенных секций

В режиме «ПОЛУАВТО»:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.
2. Перейти в режим «РАЗДЕЛЬНЫЙ» в окне «Power Plant» программы M-Vision.
3. Для перехода на судовую электростанцию необходимо произвести те же действия, что и в предыдущем режиме. Произвести автоматическую синхронизацию ДГ с ВГ, а затем переключателем QS произвести разделение нагрузки на секции ВГ и ДГ.

Библиографический список

1. **Баранов, А.П.** Судовые автоматизированные электроэнергетические системы / А.П. Баранов. – СПб. : Судостроение, 2005. – 528 с.
2. **Лемин, Л.А.** Эксплуатация судовых систем электроснабжения : учеб. пособие / Л.А. Лемин, А.В. Пруссаков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2006. – 184 с.
3. **Лемин, Л.А.** Судовые автоматизированные электроэнергетические системы : метод. указания / Л.А. Лемин, А.В. Пруссаков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 73 с.
4. **Смоленцев, С.В.** Локальные и глобальные компьютерные сети : учеб. пособие / С.В. Смоленцев. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2003. – 104 с.
5. **Нефедов, В.И.** Метрология и радиоизмерения : учебник для вузов / В.И. Нефедов. – М. : Высш. шк., 2003. – 526 с.
6. **Сюбаев, М.А.** Основные нештатные режимы судовых электромашин В 2 ч. Ч. 2 : учеб. пособие / М.А. Сюбаев, В.Ф. Мищенко. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 52 с.
7. **Копылов, И.П.** Электрические машины : учебник для вузов / И.П. Копылов. – 5-е изд. – М. : Высш. шк., 2006. – 607 с.
8. **Рычков, В.А.** Чрезвычайные ситуации на морском транспорте : учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. / В.А. Рычков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2001. – 105 с.
9. Правила классификации и постройки морских судов. В 2 т. Т. 2 / Российский морской регистр судоходства. – 12-е изд. – СПб. : Рос. мор. регистр судоходства, 2008. – 689 с.

Оглавление

Введение..... 3
Лабораторная работа № 1. Состав тренажерного комплекса... 4
1. Описание тренажерного комплекса..... 4
2. Описание главного распределительного щита..... 5
Лабораторная работа № 2. Автоматический режим работы главного распределительного щита..... 11
1. Режимы работы ГРЩ..... 11
2. Описание работы ГРЩ..... 12
Лабораторная работа № 3. Аварийный распределительный щит 17
1. Описание аварийного распределительного щита..... 17
2. Режимы работы АРЩ..... 27
Лабораторная работа № 4. M-Vision. Система удаленного контроля, управления и сбора данных..... 29
1. Обзор приложения системы M-Vision..... 29
2. Описание окон приложения системы M-Vision..... 30
Лабораторная работа № 5. Компьютерное управление судовой автоматизированной электроэнергетической системой 36
1. Общие сведения..... 36
2. Режимы работы судна..... 37
Библиографический список..... 42

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский Государственный Университет Водного Транспорта»

Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»
специализация «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

Оценочные средства по дисциплине «Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов (Тренажер судовой электростанции)»

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ Хватов О.С.

Н.Новгород

Задания к лабораторным работам по дисциплине «Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов (Тренажер судовой электростанции)»

Формирует компетенции:

ПК-3 Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами в соответствии с международными и национальными требованиями

ПК-10 Способен осуществлять наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления

ПК-13 Способен исполнять должностные обязанности командного состава судов в соответствии с нормативными документами

ПК-14 Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил

A-III/6-1.1. Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления

A-III/6-1.2. Наблюдение за работой автоматических систем управления

A-III/6-2.2. Техническое обслуживание и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами

A-III/6-3.5. Применение навыков руководителя и умение работать в команде

A-III/6-3.6. Вклад в безопасность персонала и судна

Лабораторная работа № 1

Состав тренажерного комплекса

Цель: ознакомиться со структурой и силовым электрооборудованием тренажерного комплекса и органами управления.

1. Описание тренажерного комплекса

Рассмотрим составные части тренажерного комплекса.

1. Четырехсекционный главный распределительный щит (ГРЩ). На его лицевой стороне расположены панели управления системы PPM, дополнительная панель оператора, панель имитации неисправностей, регуляторы частотой вращения приводного двигателя и возбуждения синхронного генератора, переключатели подключения нагрузки, кнопки управления автоматическим выключателем генератора и контрольно-измерительные приборы.

2. Физические модели генераторных агрегатов. Приводной двигатель генератора имитируется асинхронным двигателем, который получает питание через преобразователь частоты фирмы OMRON. Воздействуя на преобразователь частоты с помощью переключателя, установленного на генераторной панели, можно изменять частоту вращения генератора в широком диапазоне.

Генератор является реальным трехфазным синхронным генератором с независимым электронным регулятором напряжения (AVR). Воздействуя на регулятор напряжения с помощью переключателя, установленного на генераторной панели, можно изменять напряжение генератора вниз и вверх от его номинального значения.

Имитаторы (генератор и приводной двигатель) смонтированы на общем основании и установлены в нижней части генераторной панели.

3. Четыре контроллера PPM фирмы DEIF. Предназначены для реализации функций управления, контроля и защиты двух ДГ (дизель-генераторов), ВГ (валогенератора) и АДГ (аварийного дизель-генератора). При этом панели управления системы смонтированы на лицевой стороне генераторной панели, а интерфейсные блоки внутри каждой секции рядом с имитаторами контролируемых объектов.

4. В системе PPM предусмотрена возможность объединения блоков в локальную вычислительную сеть с помощью стандартного интерфейса, поэтому в тренажере используется компьютер верхнего уровня, связанный с системой управления электростанцией (используется Modbus-протокол). На компьютере установлен пакет программного обеспечения M-Vision фирмы DEIF, посредством которого можно управлять электростанцией в автоматизированном или автоматическом режиме работы, проследить за рабочим состоянием дизель-генераторов, валогенератора и аварийного дизель-генератора электростанции.

5. Односекционный АРЩ (управление аварийным ДГ). На его лицевой стороне расположены панель управления контроллера PPU, панель имитации неисправностей, переключатели управления частотой вращения приводного двигателя и возбуждения синхронного генератора, соответственно, кнопки управления автоматическим выключателем генератора и контрольно-измерительные приборы.

2. Описание главного распределительного щита

Главный распределительный щит (ГРЩ) состоит из четырех секций (рис. 1): двух секций дизель-генераторов, одной секции валогенератора и одной секции управления. В секции управления ГРЩ установлен секционный выключатель сборных шин ГРЩ.

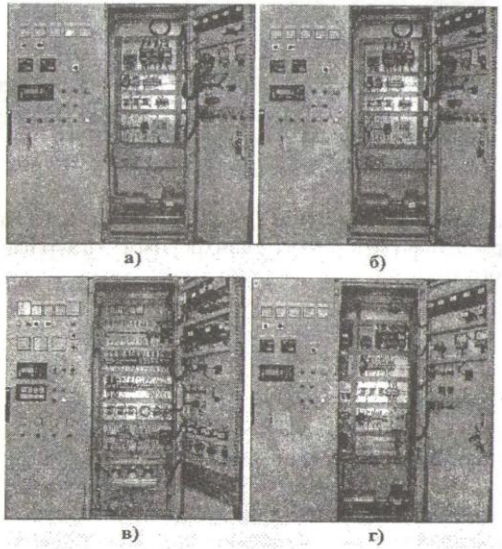


Рис. 1. Общий вид ГРЩ:
а) секция ДГ1; б) секция ДГ2; в) секция управления; г) секция ВГ

Физическая модель генераторного агрегата

Основная электростанция моделируемой электроэнергетической системы (ЭЭС) состоит из двух дизель-генераторных агрегатов переменного трехфазного тока мощностью по 0,4 кВт (ДГ1 и ДГ2) и одного валогенератора мощностью 0,4 кВт (ВГ). Основным распределительным устройством электростанции является автоматизированный главный распределительный щит (ГРЩ). Предусмотрен прием питания с берега на ГРЩ (с ручной синхронизацией). Дизель-генераторы и валогенератор имитируются физическими моделями, каждая из которых (рис. 2) включает в себя трехфазный

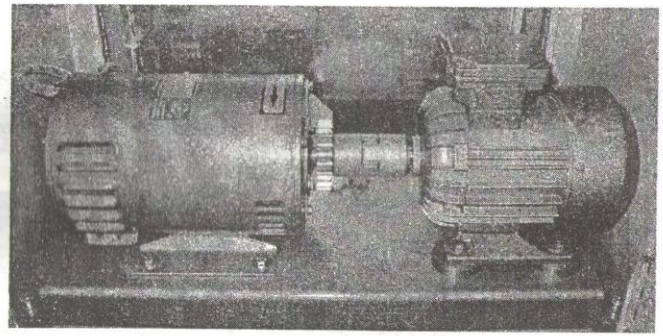


Рис. 2. Физическая модель дизель-генератора

синхронный генератор (3×400 В, 50 Гц, 0,4 кВт), приводимый во вращение трехфазным асинхронным электродвигателем переменного тока.

Система автоматического управления судовой электростанцией типа PMS

В ГРЩ встроена система автоматического управления судовой электростанцией PMS (Power Management System). PMS состоит из четырех блоков управления типа PPU (рис. 3) производства фирмы DEIF A/S, встроенных в каждую секцию щита. Каждый блок PPU управляет выключателями генераторов и секционным выключателем, а также имеет панель оператора (рис. 4). Последняя установлена

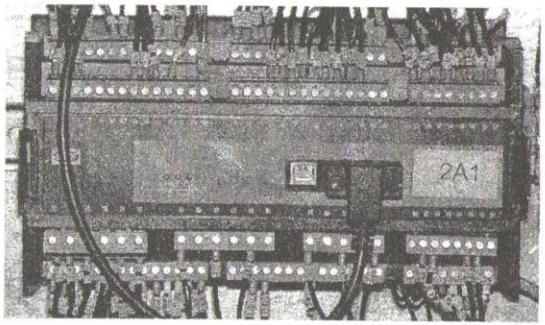


Рис. 3. Блок PPU

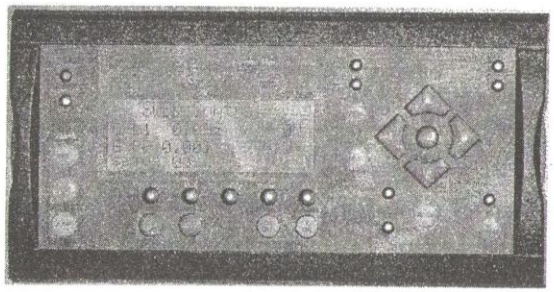


Рис. 4. Панель оператора

на лицевой стороне ГРЩ, на которой отображаются параметры управляемого блоком выключателя и генератора. Блок PPU, установленный в секции ДГ1, является базовым, он снабжен дополнительной панелью оператора (AOP) (рис. 5), которая используется для задания режима управления электростанцией.

В составе блока PPU имеются все необходимые электронные устройства для измерения электрических параметров 3-фазных систем с представлением результатов измерений и аварийных сигналов на экране LCD-дисплея. Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню, выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. Принципиальная схема подключения блока PPU показана на рис. 6.

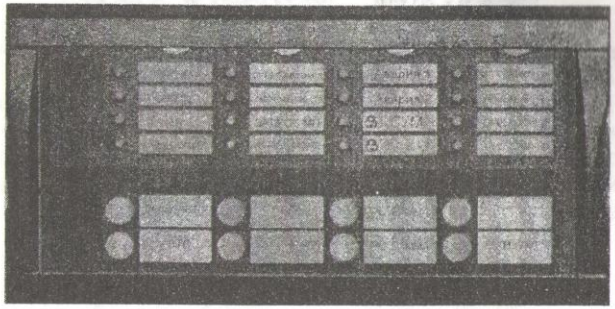


Рис. 5. Дополнительная панель оператора

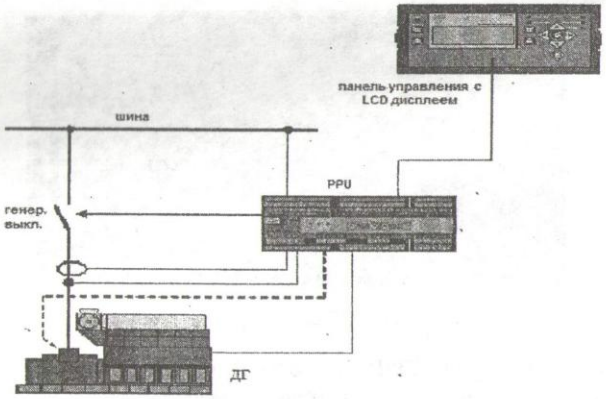


Рис. 6. Принципиальная схема подключения блока PPU

Преобразователь частоты

Для питания и управления приводными электродвигателями генераторов, в каждой генераторной секции установлены преобразователи частоты переменного тока (рис. 7). На эти преобразователи поступают задающие воздействия от электронных потенциометров EP-Q 96. Команды «ПУСК» и «СТОП» поступают непосредственно от PPM или от кнопок, установленных на лицевой панели ГРЩ.

В автоматическом режиме управления с блоков PPM на электронные потенциометры задания частоты дизель-генераторов поступают команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА МЕНЬШЕ».

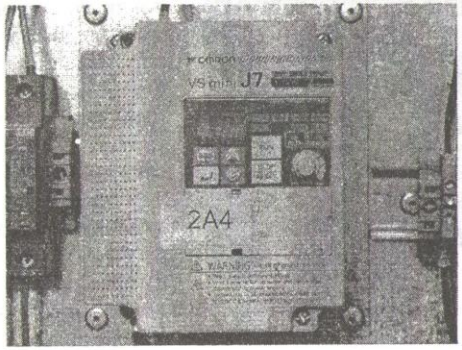


Рис. 7. Преобразователь частоты

Для автоматического управления EP-Q 96 ключ «MODE» нужно перевести в положение «AUTO».

Частота валогенератора управляется автоматически, задающим устройством для частоты является электронный потенциометр EP-Q 96.

Регулятор напряжения

Каждый генератор снабжен автоматическим регулятором напряжения. На эти регуляторы поступают команды от электронных потенциометров задания напряжения (EP-Q 96). В автоматическом режиме управления с блоков PPM на электронные потенциометры задания напряжения поступают команды «НАПРЯЖЕНИЕ БОЛЬШЕ» и «НАПРЯЖЕНИЕ МЕНЬШЕ».

Для автоматического управления EP-Q 96 ключ «MODE» нужно перевести в положение «AUTO».

Электронные потенциометры

В ГРЩ установлены электронные потенциометры (рис. 8), для управления регуляторами напряжения и преобразователями частоты.

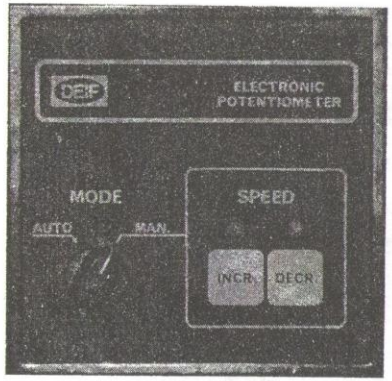


Рис. 8. Электронный потенциометр EP-Q96

Электронный потенциометр типа EP-Q96 представляет собой электронное устройство, заменяющее обычные поворотные потенциометры. Он не содержит подвижных частей и поэтому не требует технического обслуживания. EP-Q96 имеет маркировку CE для применения в гражданской, коммерческой областях, в легкой промышленности, а также в производственных помещениях.

Потенциометр EP-Q96 осуществляет преобразование сигнала от релейных выходов шагового ПИ-регулятора в сигнал напряжения, который затем используется для управления электронным регулятором скорости. Так как потенциометр является цифровым прибором, дрейф напряжения в процессе распределения нагрузки между дизельными генераторами в ручном режиме полностью отсутствует. В случае отключения и последующего восстановления напряжения питания показания потенциометра автоматически сбрасываются в исходную точку. Сигнал от электронного потенциометра шунтируется внутренним потенциометром сопротивлением 500 Ом. В результате получаются показанные ниже выходные сигналы. Переключатель на передней панели служит для выбора режима работы.

Automatic (автоматический): скорость контролируется сигналами, подаваемыми через электронные ключи – например, с помощью контроллера дизельного генератора фирмы DEIF типа PPU или через синхронизирующее реле.

Manual (ручной): повышение и понижение скорости производится с помощью двух кнопок управления на передней панели потенциометра, «INCR.» и «DECR.» соответственно.

Схемы подачи на вход постоянного напряжения с помощью потенциометра на блок PPU показаны на рис. 9.

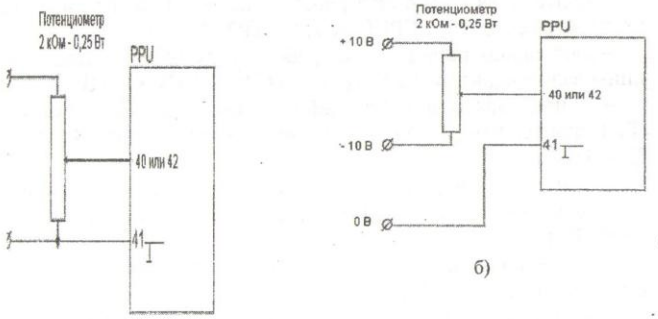


Рис. 9. Схемы подачи на вход постоянного напряжения:
а) 0 … 10 В; б) +/–10 В

Обеспечиваемые защиты

ГРЩ обеспечивает:

1) защиту генераторов: от перегрузки по току и мощности; от токов короткого замыкания; от обратной мощности; от снижения частоты; от снижения напряжения;

2) двухступенчатое отключение неответственных потребителей при перегрузке:

– фидера питания с берега и фидеров потребителей от токов короткого замыкания и перегрузки;

– фидера питания с берега от обрыва фазы, снижения напряжения и обратного чередования фаз;

– вспомогательных цепей и аппаратуры от токов короткого замыкания и перегрузки.

Лабораторная работа № 2
Автоматический режим работы главного распределительного щита

Цель: изучение устройства главного распределительного щита.

1. Режимы работы ГРЩ

ГРЩ обеспечивает следующие режимы работы судовой электростанции:

– длительная одиночная работа одного ДГ на главные шины и шины валогенератора ГРЩ (режимы ПОЛУАВТО, АВТО);

– длительная параллельная работа двух ДГ на главные шины и шины валогенератора ГРЩ (режимы ПОЛУАВТО, АВТО);

– длительная одиночная работа одного ДГ на главные шины ГРЩ, длительная работа ВГ на шины валогенератора (режим РАЗДЕЛЬНЫЙ);

– длительная параллельная работа двух ДГ на главные шины ГРЩ, длительная работа ВГ на шины валогенератора (режим РАЗДЕЛЬНЫЙ);

– длительная работа ВГ на шины валогенератора и на главные шины ГРЩ (режим ВГ);

– длительный прием питания с берега на главные шины и шины валогенератора ГРЩ;

– длительный прием питания с берега только на главные шины ГРЩ.

2. Описание работы ГРЩ

Выбор режима управления генераторами

Режим управления генераторами задается переключателями «УПРАВЛЕНИЕ» (рис. 10) для каждого генератора на соответствующей генераторной секции:

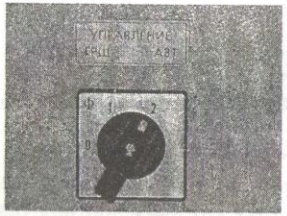


Рис. 10. Переключатель управления

«ВЫКЛ» – переключатель в положении «0». Управление генератором отключено, управление выключателем генератора заблокировано;

«ГРЩ» – переключатель в положении «1». Ручное управление генератором и его выключателем;

«АВТ» – переключатель в положении «2». Автоматическое управление генератором и его выключателем, ручное управление выключателем генератора заблокировано.

Автоматическому режиму ГРЩ соответствует режим, при котором хотя бы один генератор находится в режиме «АВТ». Запрещено изменять режим работы генераторных агрегатов с автоматического на ручной и обратно («АВТ», «ГРЩ») на работающих машинах.

Функционирование ГРЩ в автоматическом режиме

Автоматическому режиму ГРЩ соответствует режим, при котором хотя бы один генератор находится в режиме «АВТ». Если генератор находится в режиме автоматического управления, необходимо внимательно относиться к вмешательству в процесс управления, поскольку это может привести к нештатным и аварийным ситуациям, к выходу аппаратуры ГРЩ и ДГ из строя.

Основные режимы автоматического управления

При рассмотрении автоматических режимов необходимо изучить учебное пособие [2].

Основным режимом автоматического управления является режим, при котором секционный выключатель включен, все генераторы находятся в режиме «АВТ», один из них является основным, а другой резервным (согласно настройкам в PMS).

При достижении нагрузки основного ДГ, равной 70% от его номинальной мощности или более, в течение не менее 10 секунд по команде от PMS будет запущен резервный ДГ, затем синхронизирован и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка равномерно распределяется между двумя ДГ и её автоматическое распределение производится постоянно.

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при получении от основного ДГ предупредительного сигнала о некритичной неисправности по команде от PMS будет запущен резервный ДГ. Затем этот ДГ синхронизируется и включается на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка будет плавно переведена на резервный ДГ, после чего основной ДГ отключается от шин и останавливается. После остановки основной ДГ будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока его обобщенный предупредительный сигнал не снимется.

Некритичная неисправность – неисправность, не требующая немедленной остановки ДГ.

Неисправность может имитироваться при помощи потенциометров (рис. 11) и кнопок (рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора. Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, то при получении от основного ДГ сигнала о критичной не-

исправности (например, с помощью грибовидной кнопки аварийной остановки) будет немедленно отключен его автоматический выключатель и выдана команда на остановку. Если резервный ДГ остановлен и готов к запуску, то будет выдана команда на его запуск, и после запуска резервного ДГ его выключатель будет включен. Если в момент аварийной остановки основного ДГ резервный ДГ работал в параллель с основным, то резервный ДГ остается в работе. Основной ДГ считается неготовым к запуску до тех пор, пока его сигнал неисправности не снимется.



Рис. 11. Потенциометры имитации аварий

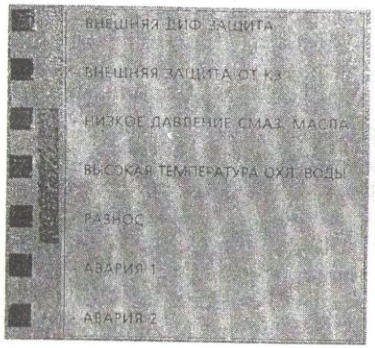


Рис. 12. Кнопки имитации аварий

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при отключении выключателя основного ДГ током короткого замыкания, запуск резервного ДГ не будет произведен (защита от включения на короткое замыкание). При этом основной ДГ остается запущенным. После квитирования аварийных сигналов (на автоматическом выключателе и устройстве защиты генератора), если основной ДГ продолжает работать – будет произведено включение его на сборные шины. Если основной ДГ остановлен и готов к запуску, то он будет запущен и включен на сборные шины. Если основной ДГ к запуску не

готов, то будет произведен запуск и включение на сборные шины резервного ДГ.

Если основной и резервный ДГ работают параллельно и мощность обоих составит менее 20% на каждый ДГ в течение не менее 45 секунд, то нагрузка с резервного ДГ будет плавно переведена на основной, после чего резервный ДГ будет отключен и остановлен.

При получении обобщенного предупредительного сигнала от любого из параллельно работающих ДГ, неисправный ДГ будет плавно разгружен, отключен от главных сборных шин и остановлен и будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока обобщенный предупредительный сигнал не снимется. В случае получения сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» (рис. 13) от одного из работающих в параллель ДГ, этот ДГ будет немедленно отключен от главных сборных шин и остановлен. При включении валогенератора (ВГ) не предусмотрено длительной параллельной работы и распределения нагрузки между ДГ и ВГ. После автоматической синхронизации осуществляется только плавный перевод нагрузки с ДГ на ВГ и обратно.



Рис. 13. Кнопка аварийной остановки

Другие режимы автоматического управления ГРЩ

В режиме, когда оба ДГ являются основными, и если на главные сборные шины ГРЩ не работает валогенератор, они будут работать в параллель, даже при длительном снижении нагрузки на каждый ДГ менее чем на 20%. При этом будет производиться автоматическое распределение нагрузки между ДГ. При получении от какого-либо ДГ сигнала о неисправности или сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» (см. рис. 13), неисправный ДГ будет отключен, разгружен и остановлен. После снятия всех сигналов о неисправности, остановленный ДГ будет вновь запущен, синхронизирован с шинами и введен в работу.

В режиме, когда оба ДГ являются резервными, если на главные сборные шины ГРЩ не работает ВГ, один из ДГ будет постоянно работать на главные сборные шины ГРЩ. При росте и удержании

нагрузки на работающий ДГ 90% и более в течение не менее 45 секунд, будет запущен другой ДГ, синхронизирован и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения будет производиться автоматическое распределение нагрузки между ДГ. При снижении нагрузки до 20% и менее на каждый ДГ в течение не менее 45 секунд, ДГ1 будет разгружен, отключен от главных сборных шин и остановлен.

При получении от какого-либо ДГ сигнала о неисправности или сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» неисправный ДГ будет отключен, разгружен и остановлен.

Средства имитации на ГРЩ

Ввиду крайней технической сложности, некоторые параметры в моделируемой электростанции вместо реальных заменены на имитируемые. Для изменения значений этих параметров предусмотрены соответствующие органы управления.

Приводные двигатели генераторов имитируются асинхронными трехфазными двигателями, получающими питание от преобразователей частоты (ПЧ).

Сигналы неисправности от датчиков низкого уровня масла, повышенной температуры воды и превышения критической частоты вращения, навешенных на приводные двигатели генераторов, имитируются кнопками (см. рис. 12). Исправность этих цепей непрерывно контролируется блоками управления генераторов.

Срабатывание устройств защиты от токов короткого замыкания и дифференциальной защиты генератора также имитируется кнопками [6, 8].

Средства коммуникации

Все блоки управления PPM связаны между собой общей шиной с интерфейсом CAN. Это необходимо для согласованного совместного функционирования всех устройств автоматики в ГРЩ.

Дополнительно все блоки автоматики в ГРЩ и АРЩ имеют встроенный интерфейс RS-485 ModBUS-RTU. Все блоки автоматики объединены по этому интерфейсу в общую шину. Возможно подключение к этой шине в АРЩ к персональному компьютеру или промышленному контроллеру по интерфейсу RS-485 ModBUS-RTU. Для

подключения к персональному компьютеру необходимо наличие в компьютере последовательного COM-порта с интерфейсом RS-232 или RS-485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-232 необходим внешний интерфейсный преобразователь RS-232/485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-485 возможно прямое подключение (без интерфейсного преобразователя) к шине данных ModBUS-RTU.

Для отображения параметров и структуры электростанции необходимо программное обеспечение DEIF A/S для устройств типа Multi-line2 PPU и PPM.

Возможен и прямой обмен данными с устройствами автоматики ГРЩ и АРЩ при помощи любого программного обеспечения, поддерживающего протокол ModBUS-RTU в режиме MASTER – например ModBUS-совместимый OPC-сервер, эмулятор ModBUS и т.д.

Параметры коммуникации (адреса устройств на шине ModBUS, скорость обмена данными, четность и прочие параметры связи) задаются в устройствах PPU и PPM.

Лабораторная работа № 3

Аварийный распределительный щит

Цель: изучение устройства аварийного распределительного щита.

1. Описание аварийного распределительного щита

Аварийный распределительный щит (АРЩ) состоит из одной секции аварийного дизель-генератора. Общий вид аварийного распределительного щита показан на рис. 14.

Физическая модель генераторного агрегата

Аварийная электростанция моделируемой ЭЭС состоит из одного аварийного дизель-генераторного агрегата мощностью 0,4 кВт (рис. 15). Аварийный дизель-генератор (АДГ) имитируется физической моделью, которая включает в себя трехфазный синхронный генератор 3×400 В, 50 Гц, 0,4 кВт, приводимый во вращение трехфазным асинхронным электродвигателем переменного тока.

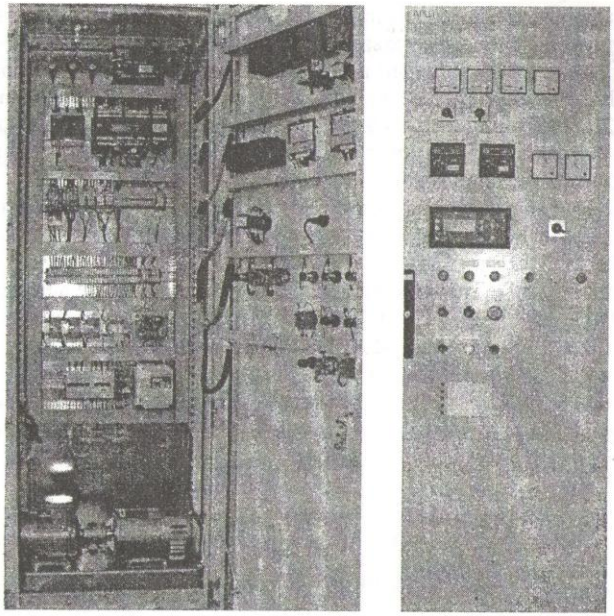


Рис. 14. Общий вид аварийного распределительного щита

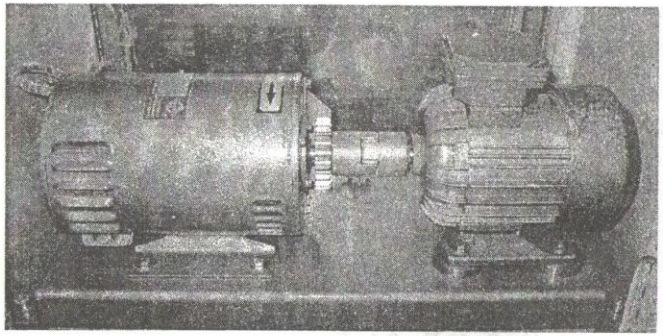


Рис. 15. Физическая модель аварийного дизель-генератора

На рис. 16 показана электрическая принципиальная схема аварийного распределительного щита.

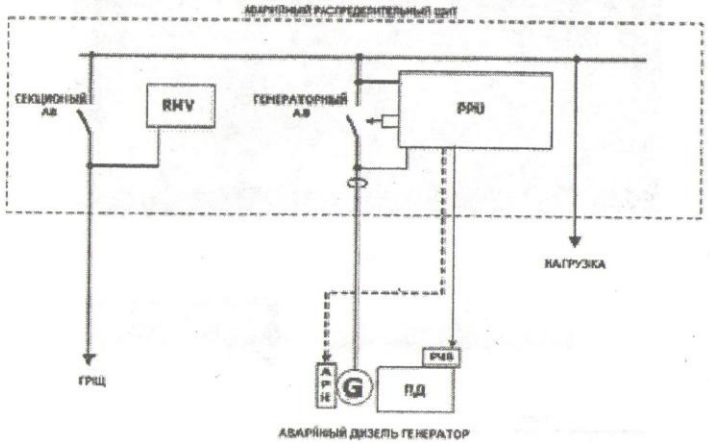


Рис. 16. Схема электрическая принципиальная

Блок управления генератором типа PPU

В АРЩ установлен блок управления генератором типа PPU, представляющий собой микропроцессорный блок, содержащий все необходимые функции управления синхронным генератором. Блок PPU (см. рис. 3) выполняет синхронизацию системы, и обеспечивает все функции контроля и защиты генератора. Контроллер PPU управляет выключателем АДГ и имеет панель оператора, установленную на лицевой стороне АРЩ (рис. 17), на которой отображаются параметры АДГ.

В составе блока PPU имеются все необходимые электронные устройства для измерения электрических параметров 3-фазных систем с представлением результатов измерений и аварийных сигналов на экране LCD-дисплея. Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню (с возможностью защиты паролем), выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. Принципиальная схема подключения блока PPU показана на рис. 18.

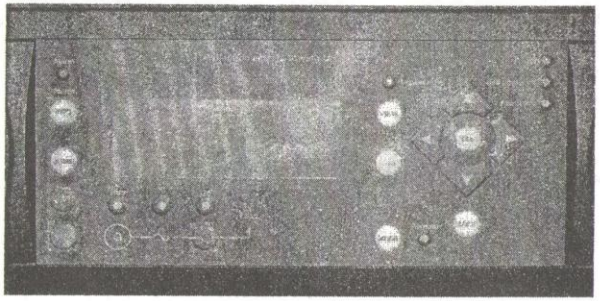


Рис. 17. Панель оператора

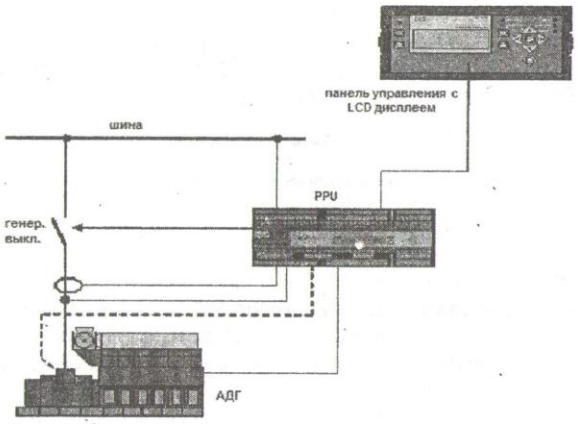


Рис. 18. Принципиальная схема подключения блока PPU

Преобразователь частоты

Для питания и управления приводным электродвигателем АДГ в АРЩ установлен преобразователь частоты переменного тока (рис. 19). На этот преобразователь поступают команды от блока PPU (команды «ПУСК» и «СТОП») и от электронных потенциометров задания частоты (команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА

МЕНЬШЕ»). В автоматическом режиме управления с блока PPU на электронные потенциометры задания частоты дизель-генератора поступают команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА МЕНЬШЕ».

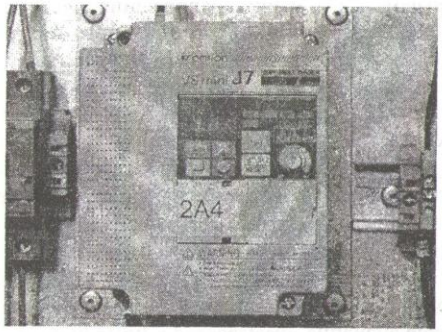


Рис. 19. Преобразователь частоты

Для программирования преобразователя и написания управляющих программ может использоваться пакет программного обеспечения для персонального компьютера под OS WINDOWS [4].

Реле контроля напряжения

В АРЩ в автоматическом режиме ведется непрерывный контроль напряжения на вводе питания от ГРЩ при помощи реле контроля напряжения (рис. 20).

Защитные реле напряжения RMV-112D входят в состав серии реле DEIF, предназначенных для защиты и управления генераторами, и могут применяться как на судах, так и в качестве берегового оборудования.

Реле имеют одобрение главных классификационных обществ. Реле напряжения могут применяться для защиты генераторов, моторов и

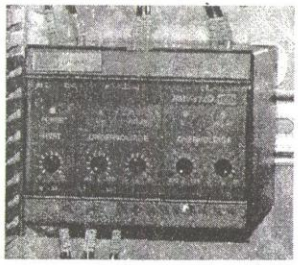


Рис. 20. Реле контроля напряжения RMV-112D

трансформаторов при колебании напряжения в системе. Реле отслеживает напряжение на всех трех фазах, обнаруживая повышение и понижение напряжения. С помощью индикатора LED производит указание аварийной ситуации; указание активированного реле.

Реле производит измерения напряжения на всех трех фазах, обеспечивая RMS измерение синусоидального напряжения. Если напряжение падает ниже допустимого критического значения или превосходит верхнее критическое значение, то будет активирован соответствующий выходной сигнал (минимальное/максимальное напряжение составляет U< + U>).

При обнаружении высокого входного напряжения и в случае, если это напряжение превосходит верхнее критическое значение, активируется выходной сигнал (максимальное напряжение U> and U>).

При обнаружении низкого входного напряжения и в случае, если это напряжение падает ниже критического значения, активируется выходной сигнал (минимальное напряжение U < and U<).

Критическое значение указывается с помощью потенциометров на передней панели реле.

При превышении указанного значения будет включен соответствующий таймер, который будет работать в течение всего аварийного периода. Задержка не зависит от того, насколько превышено критическое значение. Если характеристика вернется к нормальному значению, то на таймере устанавливается исходное значение. После истечения временного периода, установленного на таймере, контакт и встроенная схема гистерезиса активируются, а соответствующий красный индикатор LED включается.

В реле применяется регулируемый гистерезис (общий для обоих контактов), т.е. разница в 1,10% от значения Un между подачей напряжения на реле и отключением напряжения. Если аварийное напряжение равно или меньше предварительно установленного значения гистерезиса, то реле будет деактивировано.

Реле обеспечивает подачу выходных сигналов двух видов: U< – минимальный контакт, U> – максимальный контакт. Контакты могут быть в норме под напряжением или без напряжения.

Контакт (в норме без напряжения) рекомендуется при установке в качестве судового оборудования, используемого для регулировки и управления. В случае перебоев в подаче вспомогательного питания контакты не будут активированы. Реле снабжено схемой контроля за включением питания с периодом времени 200 ms, что

обеспечивает корректное функционирование реле при подключении вспомогательного напряжения.

Реле, кроме того, оснащено зеленым индикатором LED "POWER" для показания, что питание включено. Цепь управления показана на рис. 21.

Все элементы управления (за исключением команд автоматического выключателя) выполнены для напряжения постоянного тока 24 В. Силовая цепь контроля напряжения изображена на рис. 22.

Измерительные приборы

На АРЩ предусмотрены стрелочные измерительные приборы для контроля всех необходимых величин.

Силовые полупроводниковые устройства должны быть оборудованы измерительными приборами в соответствии с их назначением. На рис. 23 показаны общий вид и схема подключения вольтметра (*а*), амперметра (*б*) и ваттметра (*в*).

Внутренний и внешний каналы связи

Канал передачи информации должен непрерывно самоконтролироваться с целью обнаружения отказов в нем самом и сбоев в передаче информации на узлах. При обнаружении неисправности должна срабатывать сигнализация.

Если канал передачи информации используется для двух и более ответственных функций, он должен быть резервированным. Резервированные каналы передачи данных должны прокладываться отдельно и на возможно большем удалении друг от друга.

Переключение между резервированными каналами не должно вызывать нарушений в передаче информации и в непрерывном функционировании системы. При автоматическом переключении должен подаваться сигнал АПС.

Для обеспечения нормального обмена информацией между различными системами должны использоваться стандартные интерфейсы. Компьютерная система должна быть построена таким образом, чтобы в случае выхода ее из строя объекты управления автоматически приводились в наименее опасное состояние. Неисправность системы и ее перезапуск не должны приводить управляемые процессы в неопределенное или критическое состояние.

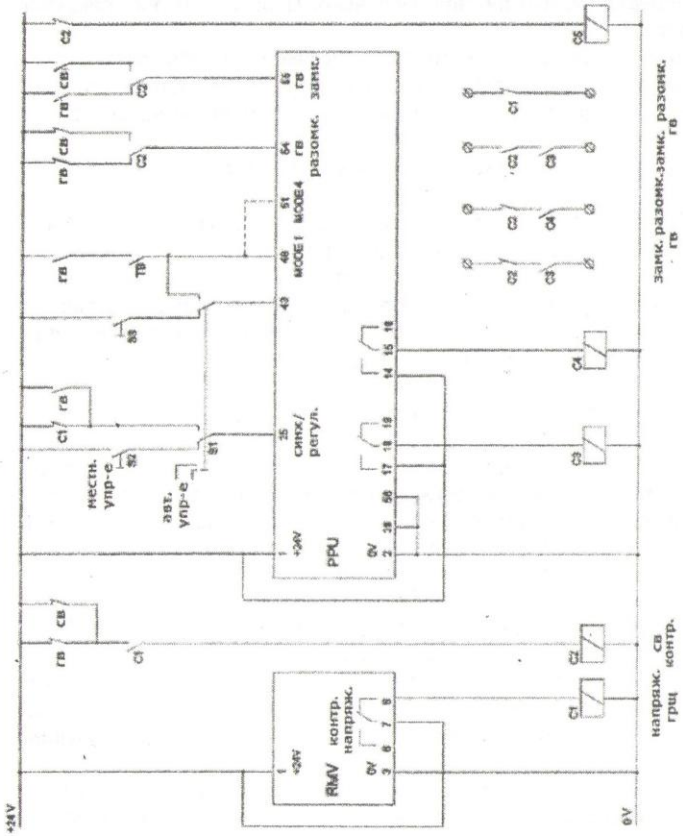


Рис. 21. Цепь управления

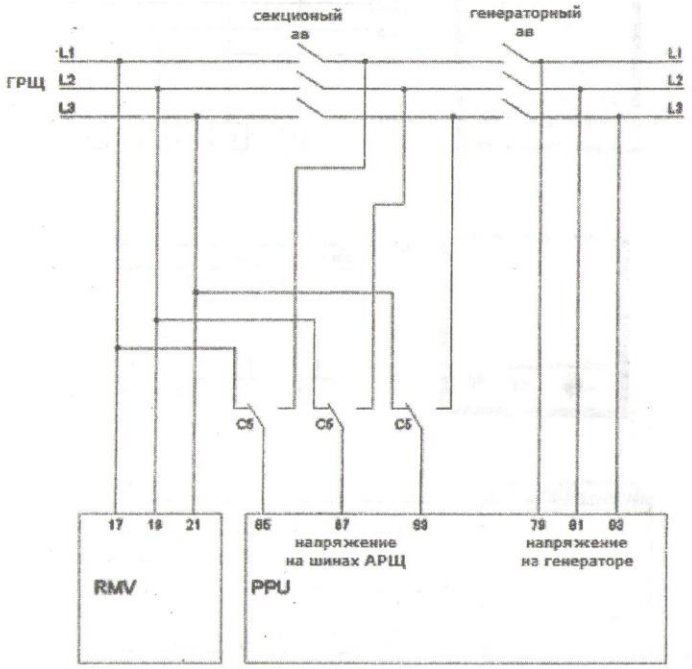


Рис. 22. Силовая цепь контроля напряжения

Примечание. Контакты, находящиеся в норме под напряжением, не активируются в течение 200 ms после подсоединения вспомогательного напряжения. Подобным образом реле снабжены схемой контроля за выключением питания с периодом времени 200 ms, что обеспечивает наблюдение и поддержание функций при превышении установленных значений в течение 200 ms после отключения вспомогательного напряжения.

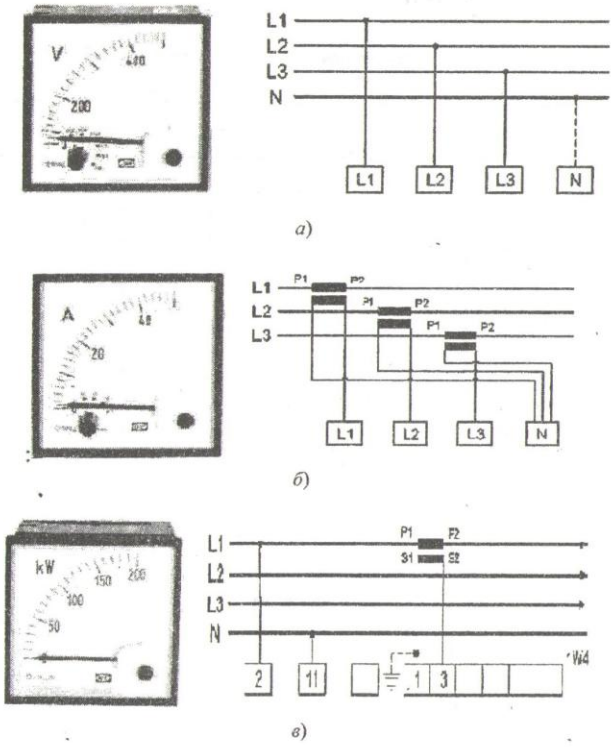


Рис. 23. Общий вид и схемы подключения
вольтметра EQ72-x (*а*); амперметра EQ72-x (*б*) и ваттметра EQ72-x (*в*)

Системы управления, аварийно-предупредительной сигнализации и защиты выполнены таким образом, чтобы единичный отказ в компьютерной системе не мог повлиять на более чем одну из указанных функций.

Используемый в системе канал CAN предназначен только для внутренней связи. Соединение с другими системами связи не допускается. Если требуется связь с внешней системой, необходимо выбрать дополнительную панель управления связью. Внешний канал необходим для связи с внешней системой контроля и аварийной сигнализации или с контроллером двигателя.

Все блоки автоматики в АРЩ имеют встроенный интерфейс RS-485 ModBUS-RTU. Все блоки автоматики объединены по этому интерфейсу в общую шину.

Возможно подключение этой шины в АРЩ к персональному компьютеру или промышленному контроллеру по интерфейсу RS-485 ModBUS-RTU. Для подключения к персональному компьютеру необходимо наличие в компьютере последовательного COM-порта с интерфейсом RS-232 или RS-485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-232 необходим внешний интерфейсный преобразователь RS-232/485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-485 возможно прямое (без интерфейсного преобразователя) подключение к шине данных ModBUS-RTU.

Для отображения параметров и структуры электростанции необходимо программное обеспечение DEIF A/S для устройств типа multi-line 2 PPU.

Возможен и прямой обмен данными с устройствами автоматики АРЩ при помощи любого программного обеспечения, поддерживающего протокол ModBUS-RTU в режиме MASTER – например ModBUS-совместимый OPC-сервер, эмулятор ModBUS и т.д.

Параметры коммуникации (адреса устройств на шине ModBUS, скорость обмена данными, четность и прочие параметры связи) задаются в устройстве PPU.

Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню (с возможностью защиты паролем), выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. При этом используется встроенное сервисное программное обеспечение Multi-line 2 на базе операционной системы Windows®. Помимо стандартных функций сервисная программа обеспечивает дополнительные возможности, например, вывод на экран всей необходимой информации для приемочной проверки, сохранение и загрузка настроек, а также обновление программного обеспечения.

2. Режимы работы АРЩ

АРЩ обеспечивает следующие режимы работы аварийной электростанции:

– длительную одиночную работу АДГ на шины АРЩ;
– длительный прием питания с ГРЩ на шины АРЩ.

Выбор режима управления АРЩ

Режим управления задается переключателем «УПРАВЛЕНИЕ» для всего щита:

«ОТКЛ» – управление отключено, управление выключателем генератора заблокировано.

«ГРЩ» – ручное управление генератором и его выключателем, проверка работы автоматики АРЩ;

«АВТ» – автоматическое управление генератором и его выключателем, ручное управление выключателем генератора заблокировано.

Ручное управление АДГ и его выключателем, подстройка частоты и напряжения запрещены, если для АРЩ выбран режим управления «АВТ». Включение источников электроэнергии на шины без синхронизации допускается только при обесточенных сборных шинах.

Функционирование АРЩ в автоматическом режиме

Если АРЩ находится в режиме автоматического управления, то ручное вмешательство в управление недопустимо, поскольку это может привести к нештатным и аварийным ситуациям, к выходу аппаратуры АРЩ и генератора из строя.

Основная функция, выполняемая АРЩ, – поддержание электропитания на сборных шинах АРЩ и надежное снабжение электроэнергией ответственных судовых потребителей, получающих питание от АРЩ.

АРЩ получает основное питание от ГРЩ и резервное (в случае исчезновения основного) – от АДГ.

В АРЩ в автоматическом режиме ведется непрерывный контроль напряжения на вводе питания от ГРЩ при помощи реле контроля напряжения. При снижении или полном исчезновении напряжения на вводе от ГРЩ аппаратура АРЩ обеспечивает: отключение фидера приема питания от ГРЩ; выдача команды на запуск АДГ; при получении от генератора сигнала «готов к приему нагрузки» – включение АДГ на обесточенные шины АРЩ.

После перехода на питание от АДГ контроль напряжения на вводе от ГРЩ продолжается. При появлении напряжения на вводе от ГРЩ аппаратура АРЩ обеспечивает:

– выдержку времени – как правило, несколько минут с момента появления напряжения на вводе от ГРЩ;

– по истечении выдержки времени – отключение выключателя АДГ и вслед за этим немедленное включение выключателя ввода от АДГ;

– остановку АДГ.

После остановки АДГ АРЩ вновь готов к автоматическому запуску АДГ в случае обесточивания АРЩ.

Лабораторная работа № 4

M-Vision. Система удаленного контроля, управления и сбора данных

Цель: изучение работы системы удаленного контроля, управления и сбора данных.

1. Обзор приложения системы M-Vision

Система удаленного контроля, управления и сбора данных M-Vision предназначена для работы с контроллерами управления дизель-генераторными агрегатами серии Multi-line 2 (рис. 24). Система представляет собой программное обеспечение, устанавливаемое на компьютере оператора судовой электростанции. Программное обеспечение состоит из трех частей: среды разработки проекта, сервера и клиента M-Vision. Удаленный персональный компьютер с установленным программным продуктом M-Vision позволяет осуществлять дистанционный контроль и управление судовой электростанцией. На экран монитора выводится мнемосхема электростанции, на которой изображены дизель-генераторы, валогенератор, аварийный дизель-генератор, нагрузки, а также все автоматические выключатели и контрольно-измерительные приборы, демонстрирующие параметры работающих генераторных агрегатов.

Управляя курсором на экране монитора, можно с удаленного компьютера управлять генераторными агрегатами и их автоматическими выключателями. Кроме того, имеется возможность представить на экране монитора контролируемые параметры всех работающих генераторов в виде таблиц или непрерывно меняющихся

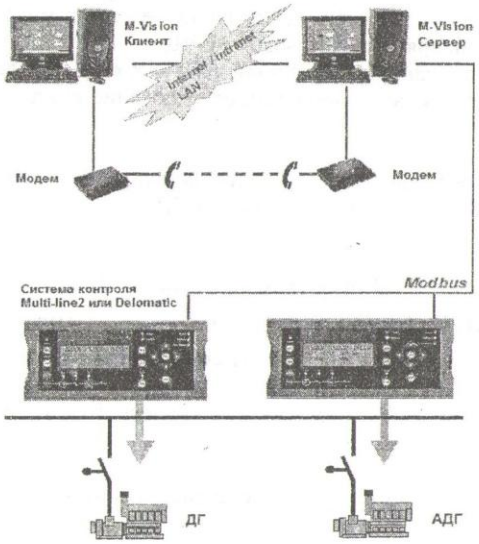


Рис. 24. Организация связи между приложениями M-Vision

графиков (осциллограмм). При необходимости имеется возможность через адаптер, подключить до восьми мониторов, за которыми обучающиеся могут проследить, как изменяются параметры рабочих и переходных процессов при управлении режимами работы и нагрузкой электростанции.

2. Описание окон приложения системы M-Vision

Окно «Power Plant»

Это окно представляет информацию об электростанции в виде анимированных графических элементов на однолинейной мнемосхеме и является удобным пользовательским интерфейсом для управления электростанцией (рис. 25).

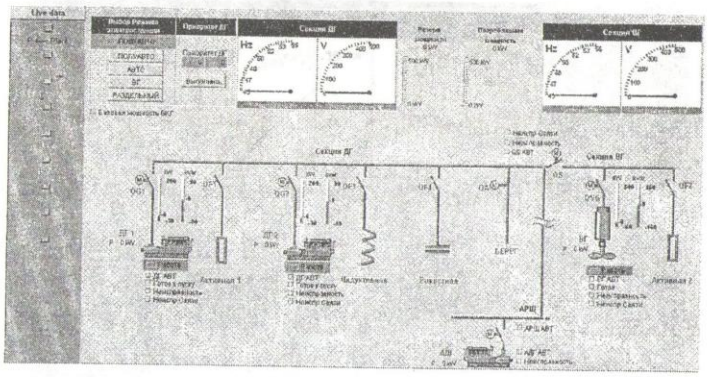


Рис. 25. Окно «Power Plant»

Шины, находящиеся под напряжением, индицируются зеленым цветом. Рядом с изображениями ДГ1, ДГ2, ВГ, АДГ расположены индикаторы состояния и потребляемая нагрузкой мощность. В левом верхнем углу имеются кнопки выбора режима работы электростанции.

Переход из полуавтоматического управления в режимы «ВГ» и «РАЗДЕЛЬНЫЙ» происходит через режим «АВТО». Справа от них с помощью кнопки «Выполнить» осуществляется выбор основного и резервного ДГ (1 – основной, 2 – резервный).

В этом окне изображены также анимированные частотомеры и вольтметры секции ДГ и ВГ.

Окна «Diesel Generator 1» и «Diesel Generator 2»

Здесь осуществляется управление дизель-генераторами 1 (ДГ1) и 2 (ДГ2), а также выводится информация в виде анимированных графических элементов.

На рис. 26 показано управление ДГ1. Кнопками «ПУСК» и «СТОП» соответственно запускаем или останавливаем генератор, кнопками «QG1 ВКЛ» и «QG1 ВЫКЛ» – устанавливаем или снимаем генератор с шин.

Справа от кнопок управления изображены индикаторы фазных токов и линейных напряжений генератора. Над кнопками управления находятся индикаторы состояния генератора.

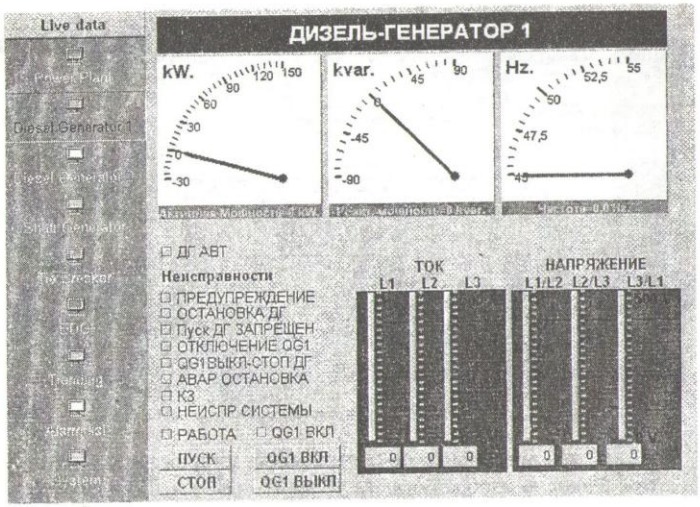


Рис. 26. Окно «Diesel Generator 1»

В верхней части окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры ДГ1.

Аналогично осуществляется управление дизель-генератором ДГ2: кнопки «ПУСК» и «СТОП» – запуск или остановка генератора, кнопки «QG2 ВКЛ» и «QG2 ВЫКЛ» – установка или съем генератора с шин. Вверху так же расположены измерительные приборы.

Окно «Shaft Generator»

В этом окне выводится информация о валогенераторе (ВГ) в виде анимированных графических элементов (рис. 27).

В правом нижнем углу расположены индикаторы фазных токов и линейных напряжений ВГ, в левом – индикаторы состояния ВГ. В верхней части окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры валогенератора. Управление запуском и остановкой ВГ осуществляется с ГРЩ в ручном режиме.



Рис. 27. Окно «Shaft Generator»

Окно «Tie Breaker»

Это окно предоставляет возможность включать и отключать секционный выключатель с помощью кнопок «QS ВКЛ» и «QS ВЫКЛ», а также контролировать частоту и напряжение на шинах секций ДГ и ВГ (рис. 28).

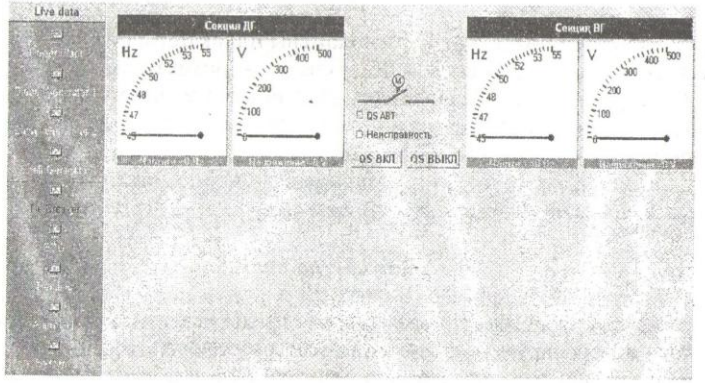


Рис. 28. Окно «Tie Breaker»

Окно «EDG»

В этом окне выводится информация о аварийном дизель-генераторе (АДГ) в виде анимированных графических элементов (рис. 29).



Рис. 29. Окно «EDG»

В правом нижнем углу расположены индикаторы фазных токов и линейных напряжений АДГ, в левом – индикаторы состояния АДГ. В верху окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры аварийного дизель-генератора.

При управлении с компьютера запуск и остановка АДГ в автоматизированном режиме не осуществляется.

Окно «Trending»

В этом окне имеется возможность представить на экране монитора контролируемые параметры всех работающих генераторов в виде таблиц или непрерывно меняющихся графиков (осциллограмм) (рис. 30).

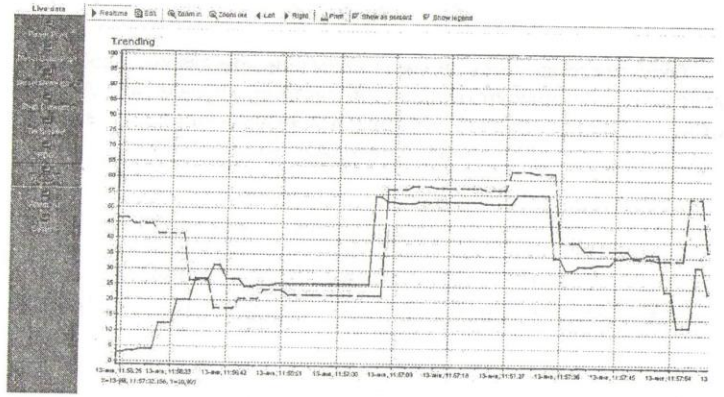


Рис. 30. Окно «Trending»

Окно «System»

В этом окне изображена схема внешнего и внутреннего каналов связи тренажерного стенда (рис. 31).

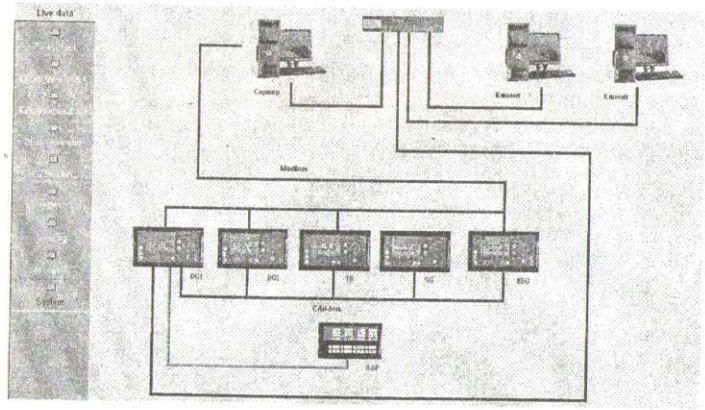


Рис. 31. Окно «System»

Окно «Alarm list»

Окно представляется динамическим списком аварий и событий, действительно присутствующих в системе управления. Аварии отображаются различным цветом – в зависимости от их статуса и могут быть переданы в электронную базу данных.

Лабораторная работа № 5

Компьютерное управление судовой автоматизированной электроэнергетической системой

Цель: приобретение навыков управления электростанцией в различных режимах работы судна.

1. Общие сведения

Для управления тренажерным стендом с компьютера устанавливаем переключатель управления всех секций в положение 2 (АВТ.) – см. рис. 10. Переключатель «MODE» всех электронных потенциометров переводим в положение «AUTO» – см. рис. 8.

Включение и выключение нагрузок производится с помощью переключателей (рис. 32) на СУ. По часовой стрелке происходит мгновенное включение нагрузки, а против часовой стрелки – с запросом на подключение.

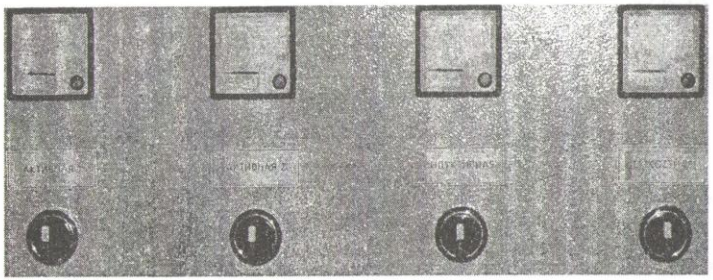


Рис. 32. Переключатели нагрузок

Имитация аварийных ситуаций может осуществляться при помощи потенциометров (см. рис. 11) и кнопок (см. рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора.

В лабораторной работе реализованы основные эксплуатационные режимы работы судна. Перед её выполнением следует ознакомиться с Правилами Российского Морского Регистра Судоходства [1, 9].

В эксплуатационных режимах работы различные устройства судна будут имитироваться одинаковыми нагрузками, так как их количество ограничено.

2. Режимы работы судна

Одиночная работа ДГ

Прежде чем перейти работать к судовой электростанции, необходимо отключится от берега. Береговой режим является ненагруженным. Питание от берега получают неосновные потребители, мощность которых невелика. Чтобы избежать перерыва в питании, при необходимости, допускается кратковременная параллельная работа каждого генератора с берегом. Длительная параллельная работа не допускается в связи с разными требованиями по отклонению напряжения и частоты у судовых и береговых электростанций.

На данном тренажерном стенде при управлении с компьютера нет возможности осуществить синхронизацию с берегом, поэтому приходится отключать береговой автомат вручную. После отключения питания с берега (кнопкой QSC на СУ) лабораторный комплекс переходит в автоматический режим.

В режиме ПОЛУАВТО с панели управления (см. рис. 4) на ГРЩ кнопкой «Start» или с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 1» (см. рис. 26) кнопкой «Пуск» производится запуск ДГ. После установки номинальных параметров генератор автоматическим выключателем кнопкой «CB ON» с панели управления или кнопкой «QG1 вкл» с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 1» будет включен на шины.

Для автоматического запуска дизель-генератора переключатель на пульте управления ставим в положение *Автозапуск*. Замыкаются контакты в цепи реле пуска. Происходит прокачка маслом и воз-

душный запуск двигателя. При достижении валом дизеля определенной частоты вращения, он переходит работать на топливо, отключается электродвигатель предпусковой прокачки масла и прекращается подача пускового воздуха.

Происходит самовозбуждение генератора и при номинальном напряжении он подключается на ГРЩ (рис. 33). После того как ДГ1 встанет на шины, тренажерный стенд переводится в режим «ПОЛУАВТО».

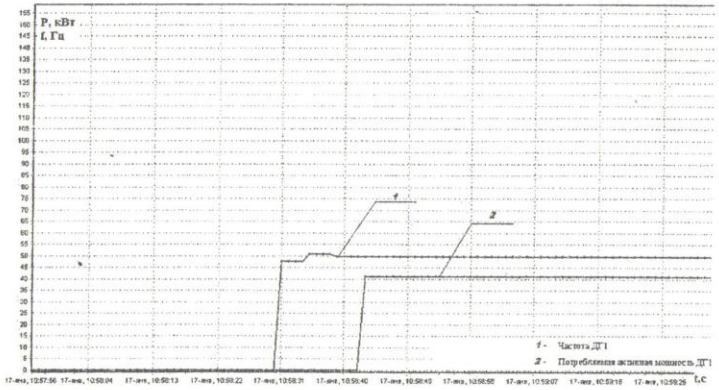


Рис. 33. Включение ДГ на шины ГРЩ

Параллельная работа ДГ

При включении дизель-генераторов на параллельную работу выполняются следующие операции.

В режиме «ПОЛУАВТО» с панели управления (см. рис. 4) на ГРЩ кнопкой «Start» или с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 2» кнопкой «Пуск» производится запуск ДГ. После установки номинальных параметров генератор автоматическим выключателем кнопкой «CB ON» с панели управления или кнопкой «QG1 вкл» с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 2» будет синхронизирован и включен на шины.

В режиме «АВТО», когда нагрузка работающего ДГ достигает 70% от его номинальной мощности или более, в течение не менее

10 секунд по команде от PMS будет запущен резервный ДГ и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка автоматически распределяется между двумя ДГ. Характеристики основных параметров при параллельной работе генераторов показаны на рис. 34.

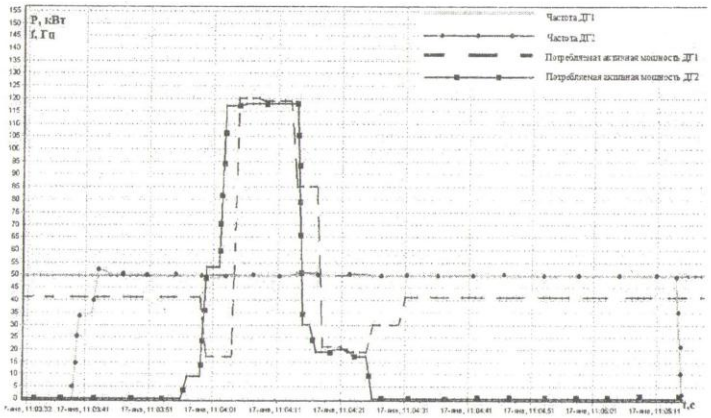


Рис. 34. Параллельная работа генераторов

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при получении от основного ДГ предупредительного сигнала о некритичной неисправности по команде от PMS будет запущен резервный ДГ. Затем этот ДГ синхронизируется и включается на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка будет плавно переведена на резервный ДГ, после чего основной ДГ отключается от шин и останавливается. После остановки основной ДГ будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока его обобщенный предупредительный сигнал не снимется.

Некритичная неисправность – это неисправность, не требующая немедленной остановки ДГ.

Неисправность может имитироваться при помощи потенциометров (см. рис. 11) и кнопок (см. рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора.

Включение валогенератора

Работа от валогенератора осуществляется тогда, когда остаётся в эксплуатации часть вспомогательных механизмов машинного отделения и общесудовых систем и отключаются палубные механизмы (рис. 35).

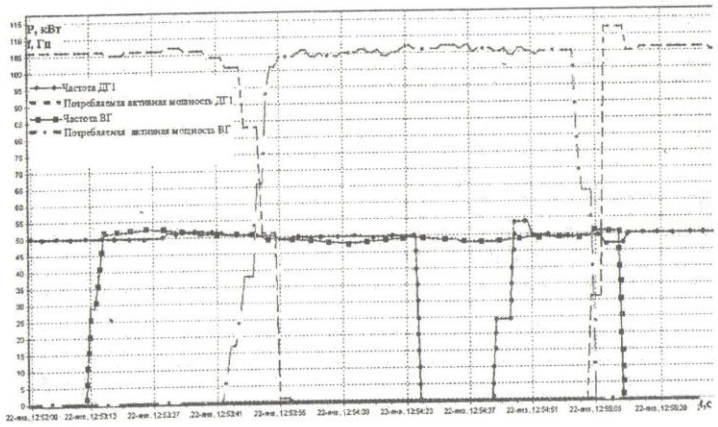


Рис. 35. Работа от валогенератора

В режиме «ПОЛУАВТО» порядок перехода на валогенератор и обратно проводят в следующей последовательности:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.
2. Перейти в режим ВГ в окне «Power Plant» программы M-Vision.
3. После выхода из открытого моря перевести электростанцию в автоматический режим.
4. После того как ДГ1 запустится и встанет на шины, перейти в полуавтоматический режим.
5. Остановить ВГ с помощью кнопки «Ручная остановка ВГ».

В режиме «АВТО» при переходе на валогенератор и обратно необходимо:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.

2. На дополнительной панели оператора (см. рис. 5) нажать кнопку ВГ. Произойдет автоматическая синхронизация ВГ с ДГ, распределение нагрузок и отключение ДГ от шин.
3. После выхода из открытого моря для перевода нагрузки на ДГ нажать кнопку «АВТО» на дополнительной панели управления (см. рис. 5).
4. Остановить вручную ВГ.

Режим разделенных секций

Этот режим используется, когда возникает необходимость часть потребителей питать от ДГ, а часть от ВГ (рис. 36).

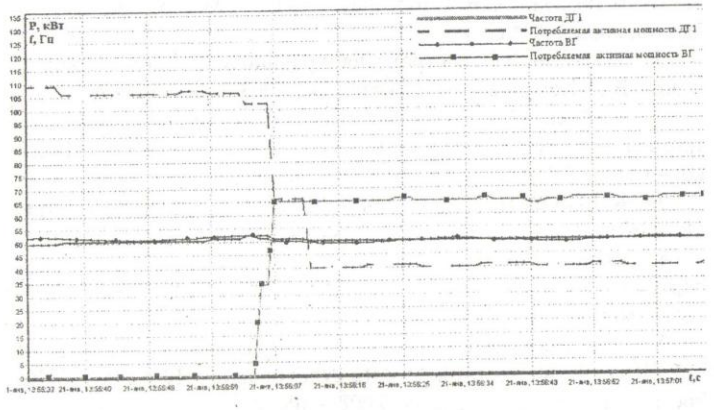


Рис. 36. Режим разделенных секций

В режиме «ПОЛУАВТО»:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.
2. Перейти в режим «РАЗДЕЛЬНЫЙ» в окне «Power Plant» программы M-Vision.
3. Для перехода на судовую электростанцию необходимо произвести те же действия, что и в предыдущем режиме. Произвести автоматическую синхронизацию ДГ с ВГ, а затем переключателем QS произвести разделение нагрузки на секции ВГ и ДГ.

Библиографический список

1. **Баранов, А.П.** Судовые автоматизированные электроэнергетические системы / А.П. Баранов. – СПб. : Судостроение, 2005. – 528 с.
2. **Лемин, Л.А.** Эксплуатация судовых систем электроснабжения : учеб. пособие / Л.А. Лемин, А.В. Пруссаков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2006. – 184 с.
3. **Лемин, Л.А.** Судовые автоматизированные электроэнергетические системы : метод. указания / Л.А. Лемин, А.В. Пруссаков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 73 с.
4. **Смоленцев, С.В.** Локальные и глобальные компьютерные сети : учеб. пособие / С.В. Смоленцев. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2003. – 104 с.
5. **Нефедов, В.И.** Метрология и радиоизмерения : учебник для вузов / В.И. Нефедов. – М. : Высш. шк., 2003. – 526 с.
6. **Сюбаев, М.А.** Основные нештатные режимы судовых электромашин В 2 ч. Ч. 2 : учеб. пособие / М.А. Сюбаев, В.Ф. Мищенко. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 52 с.
7. **Копылов, И.П.** Электрические машины : учебник для вузов / И.П. Копылов. – 5-е изд. – М. : Высш. шк., 2006. – 607 с.
8. **Рычков, В.А.** Чрезвычайные ситуации на морском транспорте : учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. / В.А. Рычков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2001. – 105 с.
9. Правила классификации и постройки морских судов. В 2 т. Т. 2 / Российский морской регистр судоходства. – 12-е изд. – СПб. : Рос. мор. регистр судоходства, 2008. – 689 с.

Оглавление

Введение..... 3
Лабораторная работа № 1. Состав тренажерного комплекса... 4
1. Описание тренажерного комплекса..... 4
2. Описание главного распределительного щита..... 5
Лабораторная работа № 2. Автоматический режим работы главного распределительного щита..... 11
1. Режимы работы ГРЩ..... 11
2. Описание работы ГРЩ..... 12
Лабораторная работа № 3. Аварийный распределительный щит 17
1. Описание аварийного распределительного щита..... 17
2. Режимы работы АРЩ..... 27
Лабораторная работа № 4. M-Vision. Система удаленного контроля, управления и сбора данных..... 29
1. Обзор приложения системы M-Vision..... 29
2. Описание окон приложения системы M-Vision..... 30
Лабораторная работа № 5. Компьютерное управление судовой автоматизированной электроэнергетической системой 36
1. Общие сведения..... 36
2. Режимы работы судна..... 37
Библиографический список..... 42

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Волжский Государственный Университет Водного Транспорта»

Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»
специализация «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

Оценочные средства по дисциплине «Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов (Тренажер судовой электростанции)»

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ Хватов О.С.

Н.Новгород

Задания к Дифференцированному зачету по дисциплине «Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов (Тренажер судовой электростанции)»

Формирует компетенции:

ПК-3 Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами в соответствии с международными и национальными требованиями

ПК-10 Способен осуществлять наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления

ПК-13 Способен исполнять должностные обязанности командного состава судов в соответствии с нормативными документами

ПК-14 Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил

A-III/6-1.1. Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления

A-III/6-1.2. Наблюдение за работой автоматических систем управления

A-III/6-2.2. Техническое обслуживание и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами

A-III/6-3.5. Применение навыков руководителя и умение работать в команде

A-III/6-3.6. Вклад в безопасность персонала и судна

Лабораторная работа № 1

Состав тренажерного комплекса

Цель: ознакомиться со структурой и силовым электрооборудованием тренажерного комплекса и органами управления.

1. Описание тренажерного комплекса

Рассмотрим составные части тренажерного комплекса.

1. Четырехсекционный главный распределительный щит (ГРЩ). На его лицевой стороне расположены панели управления системы PPM, дополнительная панель оператора, панель имитации неисправностей, регуляторы частотой вращения приводного двигателя и возбуждения синхронного генератора, переключатели подключения нагрузки, кнопки управления автоматическим выключателем генератора и контрольно-измерительные приборы.

2. Физические модели генераторных агрегатов. Приводной двигатель генератора имитируется асинхронным двигателем, который получает питание через преобразователь частоты фирмы OMRON. Воздействуя на преобразователь частоты с помощью переключателя, установленного на генераторной панели, можно изменять частоту вращения генератора в широком диапазоне.

Генератор является реальным трехфазным синхронным генератором с независимым электронным регулятором напряжения (AVR). Воздействуя на регулятор напряжения с помощью переключателя, установленного на генераторной панели, можно изменять напряжение генератора вниз и вверх от его номинального значения.

Имитаторы (генератор и приводной двигатель) смонтированы на общем основании и установлены в нижней части генераторной панели.

3. Четыре контроллера PPM фирмы DEIF. Предназначены для реализации функций управления, контроля и защиты двух ДГ (дизель-генераторов), ВГ (валогенератора) и АДГ (аварийного дизель-генератора). При этом панели управления системы смонтированы на лицевой стороне генераторной панели, а интерфейсные блоки внутри каждой секции рядом с имитаторами контролируемых объектов.

4. В системе PPM предусмотрена возможность объединения блоков в локальную вычислительную сеть с помощью стандартного интерфейса, поэтому в тренажере используется компьютер верхнего уровня, связанный с системой управления электростанцией (используется Modbus-протокол). На компьютере установлен пакет программного обеспечения M-Vision фирмы DEIF, посредством которого можно управлять электростанцией в автоматизированном или автоматическом режиме работы, проследить за рабочим состоянием дизель-генераторов, валогенератора и аварийного дизель-генератора электростанции.

5. Односекционный АРЩ (управление аварийным ДГ). На его лицевой стороне расположены панель управления контроллера PPU, панель имитации неисправностей, переключатели управления частотой вращения приводного двигателя и возбуждения синхронного генератора, соответственно, кнопки управления автоматическим выключателем генератора и контрольно-измерительные приборы.

2. Описание главного распределительного щита

Главный распределительный щит (ГРЩ) состоит из четырех секций (рис. 1): двух секций дизель-генераторов, одной секции валогенератора и одной секции управления. В секции управления ГРЩ установлен секционный выключатель сборных шин ГРЩ.

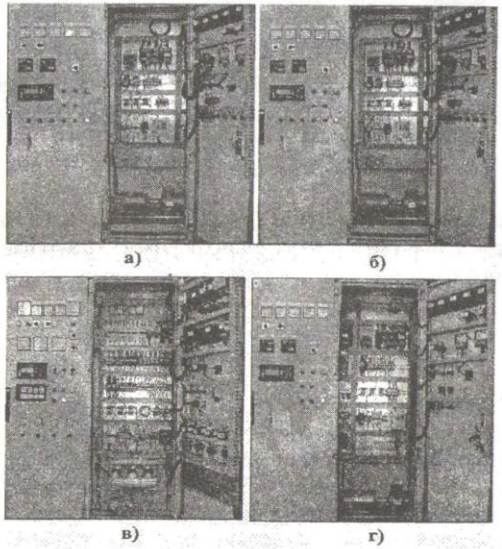


Рис. 1. Общий вид ГРЩ:
а) секция ДГ1; б) секция ДГ2; в) секция управления; г) секция ВГ

Физическая модель генераторного агрегата

Основная электростанция моделируемой электроэнергетической системы (ЭЭС) состоит из двух дизель-генераторных агрегатов переменного трехфазного тока мощностью по 0,4 кВт (ДГ1 и ДГ2) и одного валогенератора мощностью 0,4 кВт (ВГ). Основным распределительным устройством электростанции является автоматизированный главный распределительный щит (ГРЩ). Предусмотрен прием питания с берега на ГРЩ (с ручной синхронизацией). Дизель-генераторы и валогенератор имитируются физическими моделями, каждая из которых (рис. 2) включает в себя трехфазный

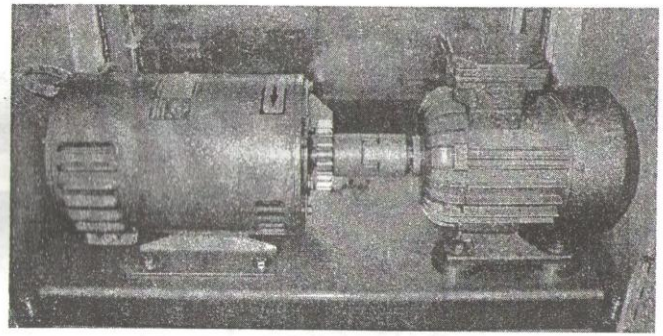


Рис. 2. Физическая модель дизель-генератора

синхронный генератор (3×400 В, 50 Гц, 0,4 кВт), приводимый во вращение трехфазным асинхронным электродвигателем переменного тока.

Система автоматического управления судовой электростанцией типа PMS

В ГРЩ встроена система автоматического управления судовой электростанцией PMS (Power Management System). PMS состоит из четырех блоков управления типа PPU (рис. 3) производства фирмы DEIF A/S, встроенных в каждую секцию щита. Каждый блок PPU управляет выключателями генераторов и секционным выключателем, а также имеет панель оператора (рис. 4). Последняя установлена

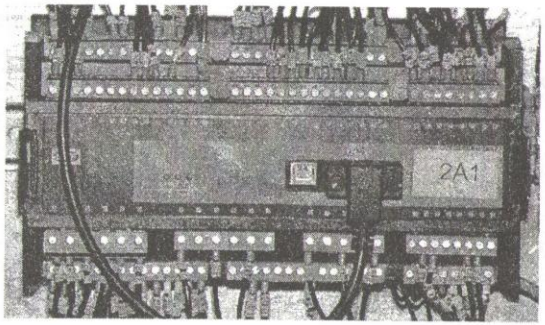


Рис. 3. Блок PPU

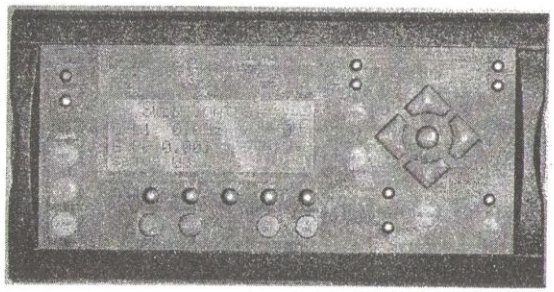


Рис. 4. Панель оператора

на лицевой стороне ГРЩ, на которой отображаются параметры управляемого блоком выключателя и генератора. Блок PPU, установленный в секции ДГ1, является базовым, он снабжен дополнительной панелью оператора (AOP) (рис. 5), которая используется для задания режима управления электростанцией.

В составе блока PPU имеются все необходимые электронные устройства для измерения электрических параметров 3-фазных систем с представлением результатов измерений и аварийных сигналов на экране LCD-дисплея. Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню, выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. Принципиальная схема подключения блока PPU показана на рис. 6.

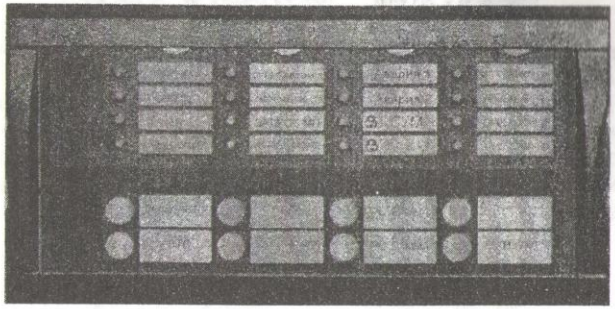


Рис. 5. Дополнительная панель оператора

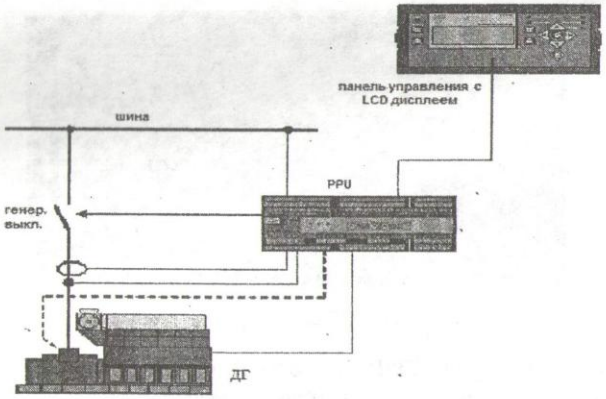


Рис. 6. Принципиальная схема подключения блока PPU

Преобразователь частоты

Для питания и управления приводными электродвигателями генераторов, в каждой генераторной секции установлены преобразователи частоты переменного тока (рис. 7). На эти преобразователи поступают задающие воздействия от электронных потенциометров EP-Q 96. Команды «ПУСК» и «СТОП» поступают непосредственно от PPM или от кнопок, установленных на лицевой панели ГРЩ.

В автоматическом режиме управления с блоков PPM на электронные потенциометры задания частоты дизель-генераторов поступают команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА МЕНЬШЕ».

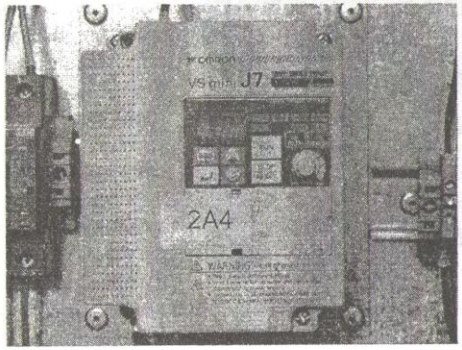


Рис. 7. Преобразователь частоты

Для автоматического управления EP-Q 96 ключ «MODE» нужно перевести в положение «AUTO».

Частота валогенератора управляется автоматически, задающим устройством для частоты является электронный потенциометр EP-Q 96.

Регулятор напряжения

Каждый генератор снабжен автоматическим регулятором напряжения. На эти регуляторы поступают команды от электронных потенциометров задания напряжения (EP-Q 96). В автоматическом режиме управления с блоков PPM на электронные потенциометры задания напряжения поступают команды «НАПРЯЖЕНИЕ БОЛЬШЕ» и «НАПРЯЖЕНИЕ МЕНЬШЕ».

Для автоматического управления EP-Q 96 ключ «MODE» нужно перевести в положение «AUTO».

Электронные потенциометры

В ГРЩ установлены электронные потенциометры (рис. 8), для управления регуляторами напряжения и преобразователями частоты.

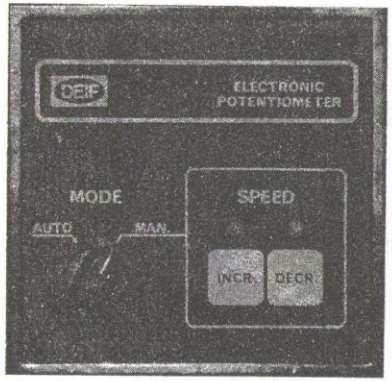


Рис. 8. Электронный потенциометр EP-Q96

Электронный потенциометр типа EP-Q96 представляет собой электронное устройство, заменяющее обычные поворотные потенциометры. Он не содержит подвижных частей и поэтому не требует технического обслуживания. EP-Q96 имеет маркировку CE для применения в гражданской, коммерческой областях, в легкой промышленности, а также в производственных помещениях.

Потенциометр EP-Q96 осуществляет преобразование сигнала от релейных выходов шагового ПИ-регулятора в сигнал напряжения, который затем используется для управления электронным регулятором скорости. Так как потенциометр является цифровым прибором, дрейф напряжения в процессе распределения нагрузки между дизельными генераторами в ручном режиме полностью отсутствует. В случае отключения и последующего восстановления напряжения питания показания потенциометра автоматически сбрасываются в исходную точку. Сигнал от электронного потенциометра шунтируется внутренним потенциометром сопротивлением 500 Ом. В результате получаются показанные ниже выходные сигналы. Переключатель на передней панели служит для выбора режима работы.

Automatic (автоматический): скорость контролируется сигналами, подаваемыми через электронные ключи – например, с помощью контроллера дизельного генератора фирмы DEIF типа PPU или через синхронизирующее реле.

Manual (ручной): повышение и понижение скорости производится с помощью двух кнопок управления на передней панели потенциометра, «INCR.» и «DECR.» соответственно.

Схемы подачи на вход постоянного напряжения с помощью потенциометра на блок PPU показаны на рис. 9.

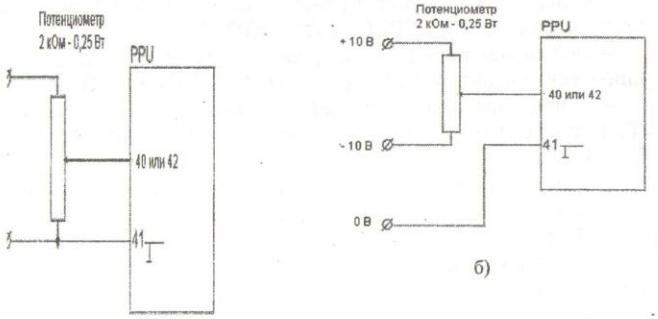


Рис. 9. Схемы подачи на вход постоянного напряжения:
а) 0 … 10 В; б) +/–10 В

Обеспечиваемые защиты

ГРЩ обеспечивает:

1) защиту генераторов: от перегрузки по току и мощности; от токов короткого замыкания; от обратной мощности; от снижения частоты; от снижения напряжения;

2) двухступенчатое отключение неответственных потребителей при перегрузке:

– фидера питания с берега и фидеров потребителей от токов короткого замыкания и перегрузки;

– фидера питания с берега от обрыва фазы, снижения напряжения и обратного чередования фаз;

– вспомогательных цепей и аппаратуры от токов короткого замыкания и перегрузки.

Лабораторная работа № 2
Автоматический режим работы главного распределительного щита

Цель: изучение устройства главного распределительного щита.

1. Режимы работы ГРЩ

ГРЩ обеспечивает следующие режимы работы судовой электростанции:

– длительная одиночная работа одного ДГ на главные шины и шины валогенератора ГРЩ (режимы ПОЛУАВТО, АВТО);

– длительная параллельная работа двух ДГ на главные шины и шины валогенератора ГРЩ (режимы ПОЛУАВТО, АВТО);

– длительная одиночная работа одного ДГ на главные шины ГРЩ, длительная работа ВГ на шины валогенератора (режим РАЗДЕЛЬНЫЙ);

– длительная параллельная работа двух ДГ на главные шины ГРЩ, длительная работа ВГ на шины валогенератора (режим РАЗДЕЛЬНЫЙ);

– длительная работа ВГ на шины валогенератора и на главные шины ГРЩ (режим ВГ);

– длительный прием питания с берега на главные шины и шины валогенератора ГРЩ;

– длительный прием питания с берега только на главные шины ГРЩ.

2. Описание работы ГРЩ

Выбор режима управления генераторами

Режим управления генераторами задается переключателями «УПРАВЛЕНИЕ» (рис. 10) для каждого генератора на соответствующей генераторной секции:

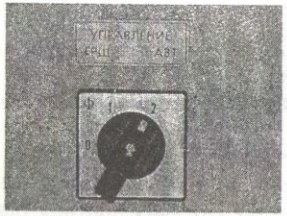


Рис. 10. Переключатель управления

«ВЫКЛ» – переключатель в положении «0». Управление генератором отключено, управление выключателем генератора заблокировано;

«ГРЩ» – переключатель в положении «1». Ручное управление генератором и его выключателем;

«АВТ» – переключатель в положении «2». Автоматическое управление генератором и его выключателем, ручное управление выключателем генератора заблокировано.

Автоматическому режиму ГРЩ соответствует режим, при котором хотя бы один генератор находится в режиме «АВТ». Запрещено изменять режим работы генераторных агрегатов с автоматического на ручной и обратно («АВТ», «ГРЩ») на работающих машинах.

Функционирование ГРЩ в автоматическом режиме

Автоматическому режиму ГРЩ соответствует режим, при котором хотя бы один генератор находится в режиме «АВТ». Если генератор находится в режиме автоматического управления, необходимо внимательно относиться к вмешательству в процесс управления, поскольку это может привести к нештатным и аварийным ситуациям, к выходу аппаратуры ГРЩ и ДГ из строя.

Основные режимы автоматического управления

При рассмотрении автоматических режимов необходимо изучить учебное пособие [2].

Основным режимом автоматического управления является режим, при котором секционный выключатель включен, все генераторы находятся в режиме «АВТ», один из них является основным, а другой резервным (согласно настройкам в PMS).

При достижении нагрузки основного ДГ, равной 70% от его номинальной мощности или более, в течение не менее 10 секунд по команде от PMS будет запущен резервный ДГ, затем синхронизирован и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка равномерно распределяется между двумя ДГ и её автоматическое распределение производится постоянно.

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при получении от основного ДГ предупредительного сигнала о некритичной неисправности по команде от PMS будет запущен резервный ДГ. Затем этот ДГ синхронизируется и включается на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка будет плавно переведена на резервный ДГ, после чего основной ДГ отключается от шин и останавливается. После остановки основной ДГ будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока его обобщенный предупредительный сигнал не снимется.

Некритичная неисправность – неисправность, не требующая немедленной остановки ДГ.

Неисправность может имитироваться при помощи потенциометров (рис. 11) и кнопок (рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора. Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, то при получении от основного ДГ сигнала о критичной не-

исправности (например, с помощью грибовидной кнопки аварийной остановки) будет немедленно отключен его автоматический выключатель и выдана команда на остановку. Если резервный ДГ остановлен и готов к запуску, то будет выдана команда на его запуск, и после запуска резервного ДГ его выключатель будет включен. Если в момент аварийной остановки основного ДГ резервный ДГ работал в параллель с основным, то резервный ДГ остается в работе. Основной ДГ считается неготовым к запуску до тех пор, пока его сигнал неисправности не снимется.



Рис. 11. Потенциометры имитации аварий

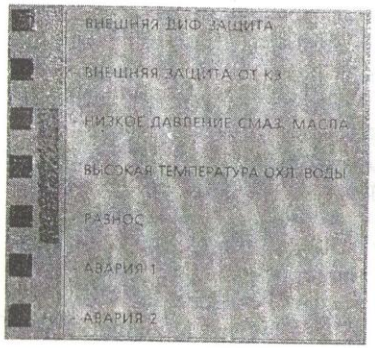


Рис. 12. Кнопки имитации аварий

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при отключении выключателя основного ДГ током короткого замыкания, запуск резервного ДГ не будет произведен (защита от включения на короткое замыкание). При этом основной ДГ остается запущенным. После квитирования аварийных сигналов (на автоматическом выключателе и устройстве защиты генератора), если основной ДГ продолжает работать – будет произведено включение его на сборные шины. Если основной ДГ остановлен и готов к запуску, то он будет запущен и включен на сборные шины. Если основной ДГ к запуску не

готов, то будет произведен запуск и включение на сборные шины резервного ДГ.

Если основной и резервный ДГ работают параллельно и мощность обоих составит менее 20% на каждый ДГ в течение не менее 45 секунд, то нагрузка с резервного ДГ будет плавно переведена на основной, после чего резервный ДГ будет отключен и остановлен.

При получении обобщенного предупредительного сигнала от любого из параллельно работающих ДГ, неисправный ДГ будет плавно разгружен, отключен от главных сборных шин и остановлен и будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока обобщенный предупредительный сигнал не снимется. В случае получения сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» (рис. 13) от одного из работающих в параллель ДГ, этот ДГ будет немедленно отключен от главных сборных шин и остановлен. При включении валогенератора (ВГ) не предусмотрено длительной параллельной работы и распределения нагрузки между ДГ и ВГ. После автоматической синхронизации осуществляется только плавный перевод нагрузки с ДГ на ВГ и обратно.



Рис. 13. Кнопка аварийной остановки

Другие режимы автоматического управления ГРЩ

В режиме, когда оба ДГ являются основными, и если на главные сборные шины ГРЩ не работает валогенератор, они будут работать в параллель, даже при длительном снижении нагрузки на каждый ДГ менее чем на 20%. При этом будет производиться автоматическое распределение нагрузки между ДГ. При получении от какого-либо ДГ сигнала о неисправности или сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» (см. рис. 13), неисправный ДГ будет отключен, разгружен и остановлен. После снятия всех сигналов о неисправности, остановленный ДГ будет вновь запущен, синхронизирован с шинами и введен в работу.

В режиме, когда оба ДГ являются резервными, если на главные сборные шины ГРЩ не работает ВГ, один из ДГ будет постоянно работать на главные сборные шины ГРЩ. При росте и удержании

нагрузки на работающий ДГ 90% и более в течение не менее 45 секунд, будет запущен другой ДГ, синхронизирован и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения будет производиться автоматическое распределение нагрузки между ДГ. При снижении нагрузки до 20% и менее на каждый ДГ в течение не менее 45 секунд, ДГ1 будет разгружен, отключен от главных сборных шин и остановлен.

При получении от какого-либо ДГ сигнала о неисправности или сигнала «АВАРИЙНАЯ ОСТАНОВКА» неисправный ДГ будет отключен, разгружен и остановлен.

Средства имитации на ГРЩ

Ввиду крайней технической сложности, некоторые параметры в моделируемой электростанции вместо реальных заменены на имитируемые. Для изменения значений этих параметров предусмотрены соответствующие органы управления.

Приводные двигатели генераторов имитируются асинхронными трехфазными двигателями, получающими питание от преобразователей частоты (ПЧ).

Сигналы неисправности от датчиков низкого уровня масла, повышенной температуры воды и превышения критической частоты вращения, навешенных на приводные двигатели генераторов, имитируются кнопками (см. рис. 12). Исправность этих цепей непрерывно контролируется блоками управления генераторов.

Срабатывание устройств защиты от токов короткого замыкания и дифференциальной защиты генератора также имитируется кнопками [6, 8].

Средства коммуникации

Все блоки управления PPM связаны между собой общей шиной с интерфейсом CAN. Это необходимо для согласованного совместного функционирования всех устройств автоматики в ГРЩ.

Дополнительно все блоки автоматики в ГРЩ и АРЩ имеют встроенный интерфейс RS-485 ModBUS-RTU. Все блоки автоматики объединены по этому интерфейсу в общую шину. Возможно подключение к этой шине в АРЩ к персональному компьютеру или промышленному контроллеру по интерфейсу RS-485 ModBUS-RTU. Для

подключения к персональному компьютеру необходимо наличие в компьютере последовательного COM-порта с интерфейсом RS-232 или RS-485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-232 необходим внешний интерфейсный преобразователь RS-232/485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-485 возможно прямое подключение (без интерфейсного преобразователя) к шине данных ModBUS-RTU.

Для отображения параметров и структуры электростанции необходимо программное обеспечение DEIF A/S для устройств типа Multi-line2 PPU и PPM.

Возможен и прямой обмен данными с устройствами автоматики ГРЩ и АРЩ при помощи любого программного обеспечения, поддерживающего протокол ModBUS-RTU в режиме MASTER – например ModBUS-совместимый OPC-сервер, эмулятор ModBUS и т.д.

Параметры коммуникации (адреса устройств на шине ModBUS, скорость обмена данными, четность и прочие параметры связи) задаются в устройствах PPU и PPM.

Лабораторная работа № 3

Аварийный распределительный щит

Цель: изучение устройства аварийного распределительного щита.

1. Описание аварийного распределительного щита

Аварийный распределительный щит (АРЩ) состоит из одной секции аварийного дизель-генератора. Общий вид аварийного распределительного щита показан на рис. 14.

Физическая модель генераторного агрегата

Аварийная электростанция моделируемой ЭЭС состоит из одного аварийного дизель-генераторного агрегата мощностью 0,4 кВт (рис. 15). Аварийный дизель-генератор (АДГ) имитируется физической моделью, которая включает в себя трехфазный синхронный генератор 3×400 В, 50 Гц, 0,4 кВт, приводимый во вращение трехфазным асинхронным электродвигателем переменного тока.

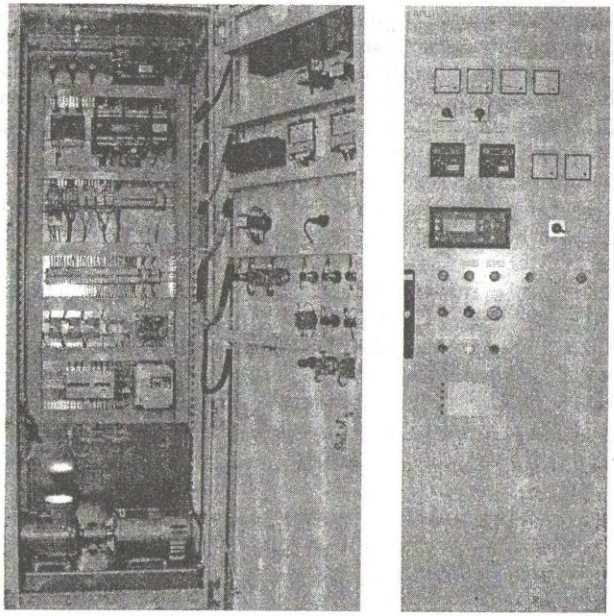


Рис. 14. Общий вид аварийного распределительного щита

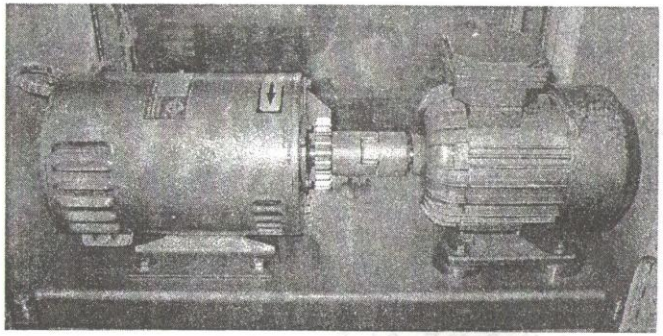


Рис. 15. Физическая модель аварийного дизель-генератора

На рис. 16 показана электрическая принципиальная схема аварийного распределительного щита.

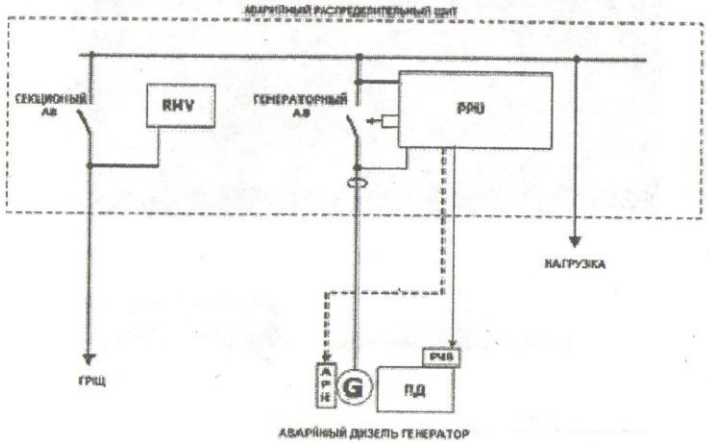


Рис. 16. Схема электрическая принципиальная

Блок управления генератором типа PPU

В АРЩ установлен блок управления генератором типа PPU, представляющий собой микропроцессорный блок, содержащий все необходимые функции управления синхронным генератором. Блок PPU (см. рис. 3) выполняет синхронизацию системы, и обеспечивает все функции контроля и защиты генератора. Контроллер PPU управляет выключателем АДГ и имеет панель оператора, установленную на лицевой стороне АРЩ (рис. 17), на которой отображаются параметры АДГ.

В составе блока PPU имеются все необходимые электронные устройства для измерения электрических параметров 3-фазных систем с представлением результатов измерений и аварийных сигналов на экране LCD-дисплея. Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню (с возможностью защиты паролем), выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. Принципиальная схема подключения блока PPU показана на рис. 18.

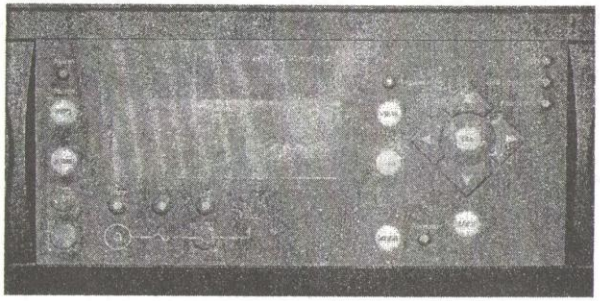


Рис. 17. Панель оператора

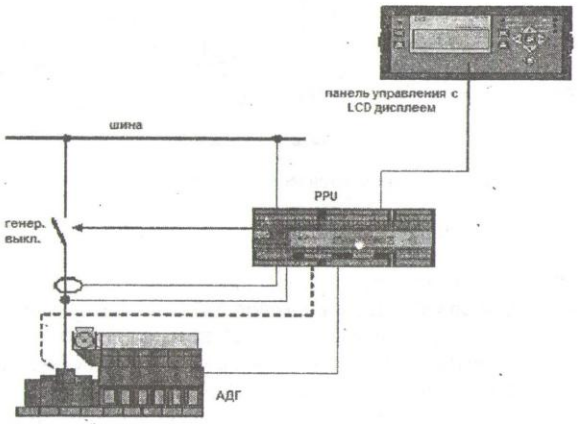


Рис. 18. Принципиальная схема подключения блока PPU

Преобразователь частоты

Для питания и управления приводным электродвигателем АДГ в АРЩ установлен преобразователь частоты переменного тока (рис. 19). На этот преобразователь поступают команды от блока PPU (команды «ПУСК» и «СТОП») и от электронных потенциометров задания частоты (команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА

МЕНЬШЕ»). В автоматическом режиме управления с блока PPU на электронные потенциометры задания частоты дизель-генератора поступают команды «ЧАСТОТА БОЛЬШЕ» и «ЧАСТОТА МЕНЬШЕ».

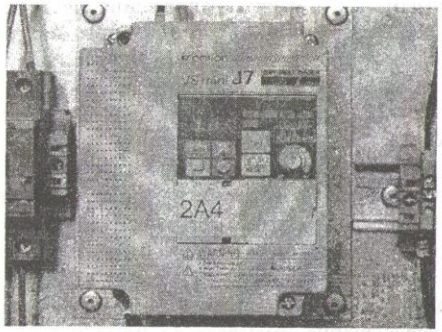


Рис. 19. Преобразователь частоты

Для программирования преобразователя и написания управляющих программ может использоваться пакет программного обеспечения для персонального компьютера под OS WINDOWS [4].

Реле контроля напряжения

В АРЩ в автоматическом режиме ведется непрерывный контроль напряжения на вводе питания от ГРЩ при помощи реле контроля напряжения (рис. 20).

Защитные реле напряжения RMV-112D входят в состав серии реле DEIF, предназначенных для защиты и управления генераторами, и могут применяться как на судах, так и в качестве берегового оборудования.

Реле имеют одобрение главных классификационных обществ. Реле напряжения могут применяться для защиты генераторов, моторов и

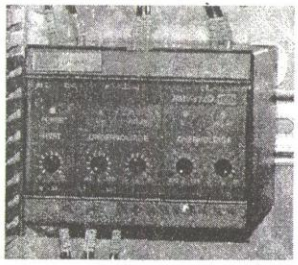


Рис. 20. Реле контроля напряжения RMV-112D

трансформаторов при колебании напряжения в системе. Реле отслеживает напряжение на всех трех фазах, обнаруживая повышение и понижение напряжения. С помощью индикатора LED производит указание аварийной ситуации; указание активированного реле.

Реле производит измерения напряжения на всех трех фазах, обеспечивая RMS измерение синусоидального напряжения. Если напряжение падает ниже допустимого критического значения или превосходит верхнее критическое значение, то будет активирован соответствующий выходной сигнал (минимальное/максимальное напряжение составляет U< + U>).

При обнаружении высокого входного напряжения и в случае, если это напряжение превосходит верхнее критическое значение, активируется выходной сигнал (максимальное напряжение U> and U>).

При обнаружении низкого входного напряжения и в случае, если это напряжение падает ниже критического значения, активируется выходной сигнал (минимальное напряжение U < and U<).

Критическое значение указывается с помощью потенциометров на передней панели реле.

При превышении указанного значения будет включен соответствующий таймер, который будет работать в течение всего аварийного периода. Задержка не зависит от того, насколько превышено критическое значение. Если характеристика вернется к нормальному значению, то на таймере устанавливается исходное значение. После истечения временного периода, установленного на таймере, контакт и встроенная схема гистерезиса активируются, а соответствующий красный индикатор LED включается.

В реле применяется регулируемый гистерезис (общий для обоих контактов), т.е. разница в 1,10% от значения Un между подачей напряжения на реле и отключением напряжения. Если аварийное напряжение равно или меньше предварительно установленного значения гистерезиса, то реле будет деактивировано.

Реле обеспечивает подачу выходных сигналов двух видов: U< – минимальный контакт, U> – максимальный контакт. Контакты могут быть в норме под напряжением или без напряжения.

Контакт (в норме без напряжения) рекомендуется при установке в качестве судового оборудования, используемого для регулировки и управления. В случае перебоев в подаче вспомогательного питания контакты не будут активированы. Реле снабжено схемой контроля за включением питания с периодом времени 200 ms, что

обеспечивает корректное функционирование реле при подключении вспомогательного напряжения.

Реле, кроме того, оснащено зеленым индикатором LED "POWER" для показания, что питание включено. Цепь управления показана на рис. 21.

Все элементы управления (за исключением команд автоматического выключателя) выполнены для напряжения постоянного тока 24 В. Силовая цепь контроля напряжения изображена на рис. 22.

Измерительные приборы

На АРЩ предусмотрены стрелочные измерительные приборы для контроля всех необходимых величин.

Силовые полупроводниковые устройства должны быть оборудованы измерительными приборами в соответствии с их назначением. На рис. 23 показаны общий вид и схема подключения вольтметра (*а*), амперметра (*б*) и ваттметра (*в*).

Внутренний и внешний каналы связи

Канал передачи информации должен непрерывно самоконтролироваться с целью обнаружения отказов в нем самом и сбоев в передаче информации на узлах. При обнаружении неисправности должна срабатывать сигнализация.

Если канал передачи информации используется для двух и более ответственных функций, он должен быть резервированным. Резервированные каналы передачи данных должны прокладываться отдельно и на возможно большем удалении друг от друга.

Переключение между резервированными каналами не должно вызывать нарушений в передаче информации и в непрерывном функционировании системы. При автоматическом переключении должен подаваться сигнал АПС.

Для обеспечения нормального обмена информацией между различными системами должны использоваться стандартные интерфейсы. Компьютерная система должна быть построена таким образом, чтобы в случае выхода ее из строя объекты управления автоматически приводились в наименее опасное состояние. Неисправность системы и ее перезапуск не должны приводить управляемые процессы в неопределенное или критическое состояние.

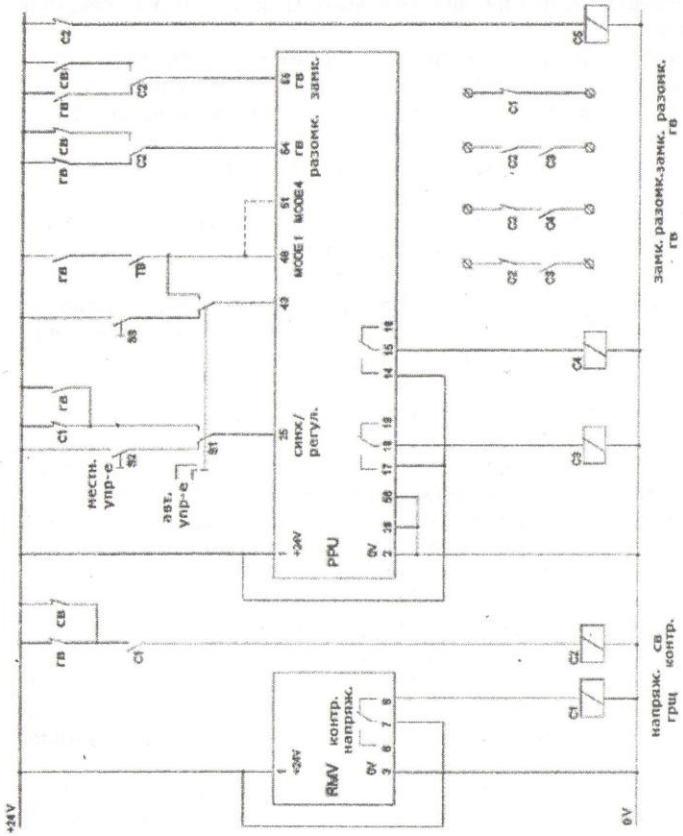


Рис. 21. Цепь управления

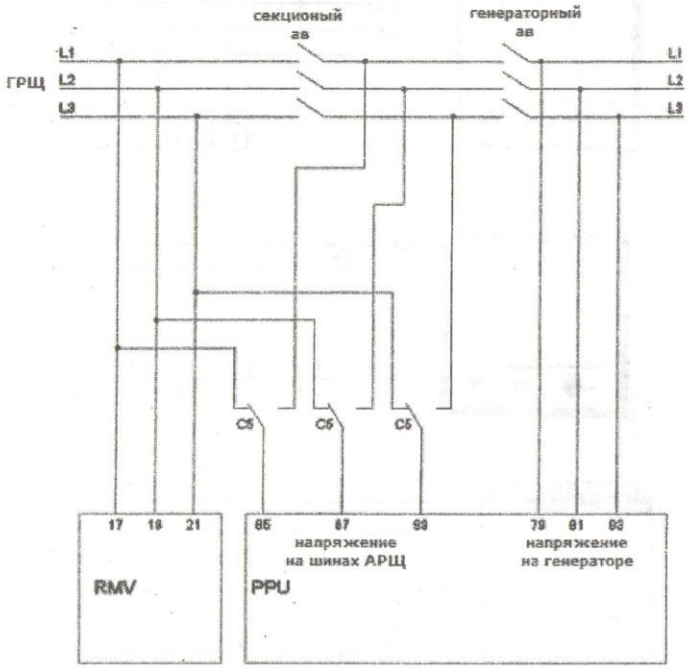


Рис. 22. Силовая цепь контроля напряжения

Примечание. Контакты, находящиеся в норме под напряжением, не активируются в течение 200 ms после подсоединения вспомогательного напряжения. Подобным образом реле снабжены схемой контроля за выключением питания с периодом времени 200 ms, что обеспечивает наблюдение и поддержание функций при превышении установленных значений в течение 200 ms после отключения вспомогательного напряжения.

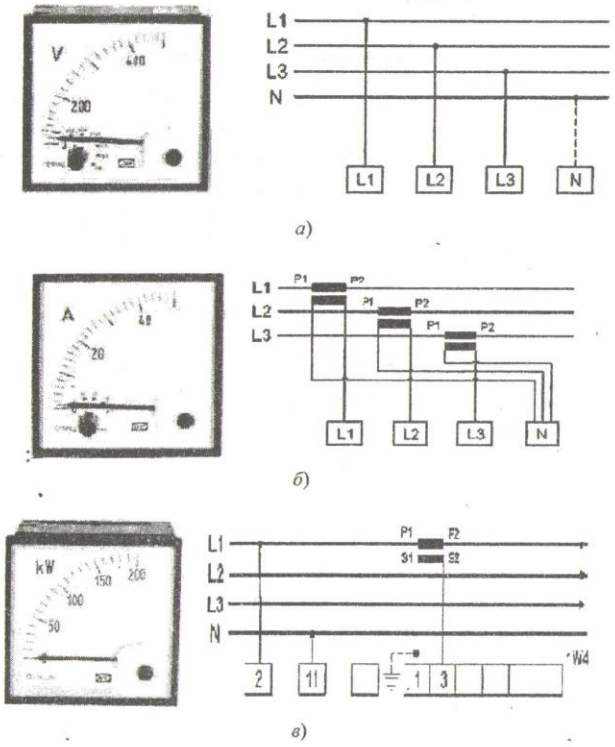


Рис. 23. Общий вид и схемы подключения
вольтметра EQ72-x (*а*); амперметра EQ72-x (*б*) и ваттметра EQ72-x (*в*)

Системы управления, аварийно-предупредительной сигнализации и защиты выполнены таким образом, чтобы единичный отказ в компьютерной системе не мог повлиять на более чем одну из указанных функций.

Используемый в системе канал CAN предназначен только для внутренней связи. Соединение с другими системами связи не допускается. Если требуется связь с внешней системой, необходимо выбрать дополнительную панель управления связью. Внешний канал необходим для связи с внешней системой контроля и аварийной сигнализации или с контроллером двигателя.

Все блоки автоматики в АРЩ имеют встроенный интерфейс RS-485 ModBUS-RTU. Все блоки автоматики объединены по этому интерфейсу в общую шину.

Возможно подключение этой шины в АРЩ к персональному компьютеру или промышленному контроллеру по интерфейсу RS-485 ModBUS-RTU. Для подключения к персональному компьютеру необходимо наличие в компьютере последовательного COM-порта с интерфейсом RS-232 или RS-485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-232 необходим внешний интерфейсный преобразователь RS-232/485. При наличии в персональном компьютере интерфейса RS-485 возможно прямое (без интерфейсного преобразователя) подключение к шине данных ModBUS-RTU.

Для отображения параметров и структуры электростанции необходимо программное обеспечение DEIF A/S для устройств типа multi-line 2 PPU.

Возможен и прямой обмен данными с устройствами автоматики АРЩ при помощи любого программного обеспечения, поддерживающего протокол ModBUS-RTU в режиме MASTER – например ModBUS-совместимый OPC-сервер, эмулятор ModBUS и т.д.

Параметры коммуникации (адреса устройств на шине ModBUS, скорость обмена данными, четность и прочие параметры связи) задаются в устройстве PPU.

Программирование осуществляется с помощью компьютерного меню (с возможностью защиты паролем), выводимого на дисплей блока, или через последовательный порт RS232 от компьютера. При этом используется встроенное сервисное программное обеспечение Multi-line 2 на базе операционной системы Windows®. Помимо стандартных функций сервисная программа обеспечивает дополнительные возможности, например, вывод на экран всей необходимой информации для приемочной проверки, сохранение и загрузка настроек, а также обновление программного обеспечения.

2. Режимы работы АРЩ

АРЩ обеспечивает следующие режимы работы аварийной электростанции:

– длительную одиночную работу АДГ на шины АРЩ;
– длительный прием питания с ГРЩ на шины АРЩ.

Выбор режима управления АРЩ

Режим управления задается переключателем «УПРАВЛЕНИЕ» для всего щита:

«ОТКЛ» – управление отключено, управление выключателем генератора заблокировано.

«ГРЩ» – ручное управление генератором и его выключателем, проверка работы автоматики АРЩ;

«АВТ» – автоматическое управление генератором и его выключателем, ручное управление выключателем генератора заблокировано.

Ручное управление АДГ и его выключателем, подстройка частоты и напряжения запрещены, если для АРЩ выбран режим управления «АВТ». Включение источников электроэнергии на шины без синхронизации допускается только при обесточенных сборных шинах.

Функционирование АРЩ в автоматическом режиме

Если АРЩ находится в режиме автоматического управления, то ручное вмешательство в управление недопустимо, поскольку это может привести к нештатным и аварийным ситуациям, к выходу аппаратуры АРЩ и генератора из строя.

Основная функция, выполняемая АРЩ, – поддержание электропитания на сборных шинах АРЩ и надежное снабжение электроэнергией ответственных судовых потребителей, получающих питание от АРЩ.

АРЩ получает основное питание от ГРЩ и резервное (в случае исчезновения основного) – от АДГ.

В АРЩ в автоматическом режиме ведется непрерывный контроль напряжения на вводе питания от ГРЩ при помощи реле контроля напряжения. При снижении или полном исчезновении напряжения на вводе от ГРЩ аппаратура АРЩ обеспечивает: отключение фидера приема питания от ГРЩ; выдача команды на запуск АДГ; при получении от генератора сигнала «готов к приему нагрузки» – включение АДГ на обесточенные шины АРЩ.

После перехода на питание от АДГ контроль напряжения на вводе от ГРЩ продолжается. При появлении напряжения на вводе от ГРЩ аппаратура АРЩ обеспечивает:

– выдержку времени – как правило, несколько минут с момента появления напряжения на вводе от ГРЩ;

– по истечении выдержки времени – отключение выключателя АДГ и вслед за этим немедленное включение выключателя ввода от АДГ;

– остановку АДГ.

После остановки АДГ АРЩ вновь готов к автоматическому запуску АДГ в случае обесточивания АРЩ.

Лабораторная работа № 4

M-Vision. Система удаленного контроля, управления и сбора данных

Цель: изучение работы системы удаленного контроля, управления и сбора данных.

1. Обзор приложения системы M-Vision

Система удаленного контроля, управления и сбора данных M-Vision предназначена для работы с контроллерами управления дизель-генераторными агрегатами серии Multi-line 2 (рис. 24). Система представляет собой программное обеспечение, устанавливаемое на компьютере оператора судовой электростанции. Программное обеспечение состоит из трех частей: среды разработки проекта, сервера и клиента M-Vision. Удаленный персональный компьютер с установленным программным продуктом M-Vision позволяет осуществлять дистанционный контроль и управление судовой электростанцией. На экран монитора выводится мнемосхема электростанции, на которой изображены дизель-генераторы, валогенератор, аварийный дизель-генератор, нагрузки, а также все автоматические выключатели и контрольно-измерительные приборы, демонстрирующие параметры работающих генераторных агрегатов.

Управляя курсором на экране монитора, можно с удаленного компьютера управлять генераторными агрегатами и их автоматическими выключателями. Кроме того, имеется возможность представить на экране монитора контролируемые параметры всех работающих генераторов в виде таблиц или непрерывно меняющихся

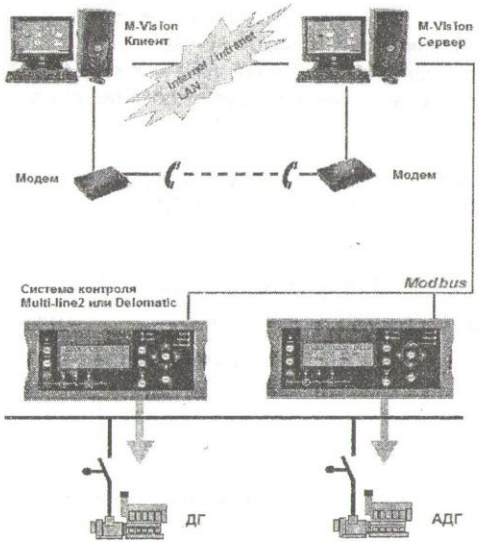


Рис. 24. Организация связи между приложениями M-Vision

графиков (осциллограмм). При необходимости имеется возможность через адаптер, подключить до восьми мониторов, за которыми обучающиеся могут проследить, как изменяются параметры рабочих и переходных процессов при управлении режимами работы и нагрузкой электростанции.

2. Описание окон приложения системы M-Vision

Окно «Power Plant»

Это окно представляет информацию об электростанции в виде анимированных графических элементов на однолинейной мнемосхеме и является удобным пользовательским интерфейсом для управления электростанцией (рис. 25).

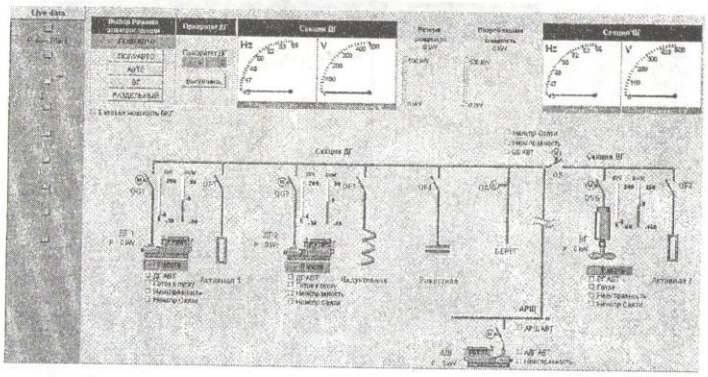


Рис. 25. Окно «Power Plant»

Шины, находящиеся под напряжением, индицируются зеленым цветом. Рядом с изображениями ДГ1, ДГ2, ВГ, АДГ расположены индикаторы состояния и потребляемая нагрузкой мощность. В левом верхнем углу имеются кнопки выбора режима работы электростанции.

Переход из полуавтоматического управления в режимы «ВГ» и «РАЗДЕЛЬНЫЙ» происходит через режим «АВТО». Справа от них с помощью кнопки «Выполнить» осуществляется выбор основного и резервного ДГ (1 – основной, 2 – резервный).

В этом окне изображены также анимированные частотомеры и вольтметры секции ДГ и ВГ.

Окна «Diesel Generator 1» и «Diesel Generator 2»

Здесь осуществляется управление дизель-генераторами 1 (ДГ1) и 2 (ДГ2), а также выводится информация в виде анимированных графических элементов.

На рис. 26 показано управление ДГ1. Кнопками «ПУСК» и «СТОП» соответственно запускаем или останавливаем генератор, кнопками «QG1 ВКЛ» и «QG1 ВЫКЛ» – устанавливаем или снимаем генератор с шин.

Справа от кнопок управления изображены индикаторы фазных токов и линейных напряжений генератора. Над кнопками управления находятся индикаторы состояния генератора.

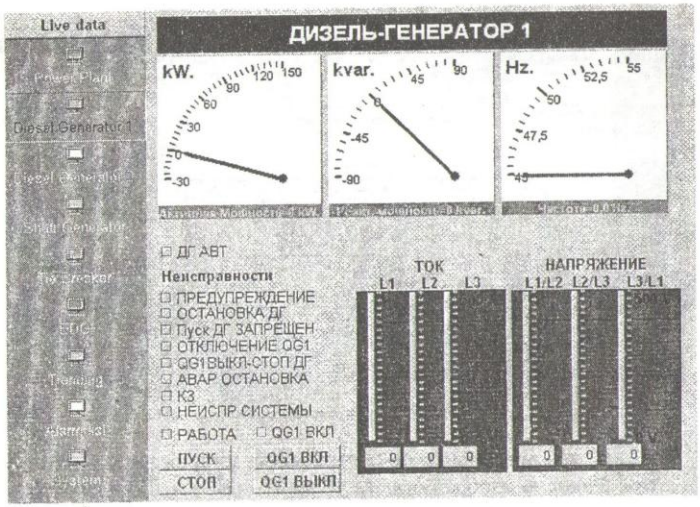


Рис. 26. Окно «Diesel Generator 1»

В верхней части окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры ДГ1.

Аналогично осуществляется управление дизель-генератором ДГ2: кнопки «ПУСК» и «СТОП» – запуск или остановка генератора, кнопки «QG2 ВКЛ» и «QG2 ВЫКЛ» – установка или съем генератора с шин. Вверху так же расположены измерительные приборы.

Окно «Shaft Generator»

В этом окне выводится информация о валогенераторе (ВГ) в виде анимированных графических элементов (рис. 27).

В правом нижнем углу расположены индикаторы фазных токов и линейных напряжений ВГ, в левом – индикаторы состояния ВГ. В верхней части окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры валогенератора. Управление запуском и остановкой ВГ осуществляется с ГРЩ в ручном режиме.



Рис. 27. Окно «Shaft Generator»

Окно «Tie Breaker»

Это окно предоставляет возможность включать и отключать секционный выключатель с помощью кнопок «QS ВКЛ» и «QS ВЫКЛ», а также контролировать частоту и напряжение на шинах секций ДГ и ВГ (рис. 28).

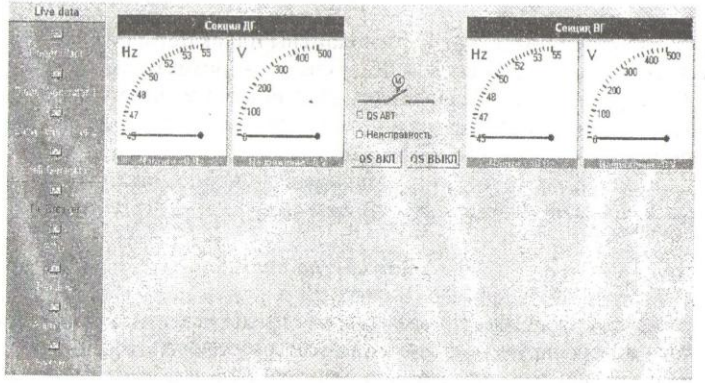


Рис. 28. Окно «Tie Breaker»

Окно «EDG»

В этом окне выводится информация о аварийном дизель-генераторе (АДГ) в виде анимированных графических элементов (рис. 29).



Рис. 29. Окно «EDG»

В правом нижнем углу расположены индикаторы фазных токов и линейных напряжений АДГ, в левом – индикаторы состояния АДГ. В верху окна расположены анимированные изображения киловаттметра, киловарметра и частотомера, показывающие параметры аварийного дизель-генератора.

При управлении с компьютера запуск и остановка АДГ в автоматизированном режиме не осуществляется.

Окно «Trending»

В этом окне имеется возможность представить на экране монитора контролируемые параметры всех работающих генераторов в виде таблиц или непрерывно меняющихся графиков (осциллограмм) (рис. 30).

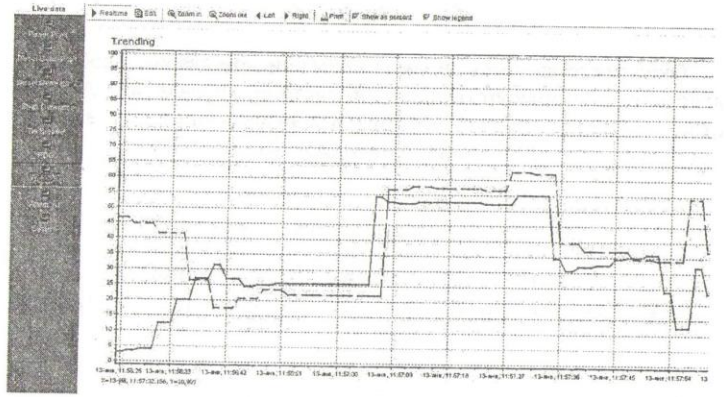


Рис. 30. Окно «Trending»

Окно «System»

В этом окне изображена схема внешнего и внутреннего каналов связи тренажерного стенда (рис. 31).

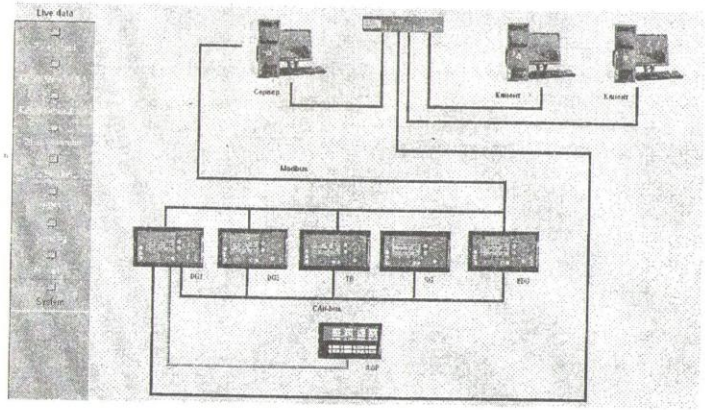


Рис. 31. Окно «System»

Окно «Alarm list»

Окно представляется динамическим списком аварий и событий, действительно присутствующих в системе управления. Аварии отображаются различным цветом – в зависимости от их статуса и могут быть переданы в электронную базу данных.

Лабораторная работа № 5

Компьютерное управление судовой автоматизированной электроэнергетической системой

Цель: приобретение навыков управления электростанцией в различных режимах работы судна.

1. Общие сведения

Для управления тренажерным стендом с компьютера устанавливаем переключатель управления всех секций в положение 2 (АВТ.) – см. рис. 10. Переключатель «MODE» всех электронных потенциометров переводим в положение «AUTO» – см. рис. 8.

Включение и выключение нагрузок производится с помощью переключателей (рис. 32) на СУ. По часовой стрелке происходит мгновенное включение нагрузки, а против часовой стрелки – с запросом на подключение.

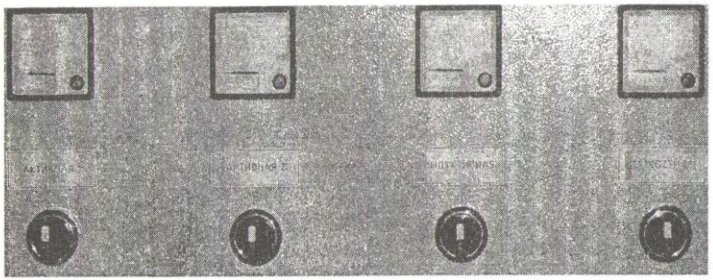


Рис. 32. Переключатели нагрузок

Имитация аварийных ситуаций может осуществляться при помощи потенциометров (см. рис. 11) и кнопок (см. рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора.

В лабораторной работе реализованы основные эксплуатационные режимы работы судна. Перед её выполнением следует ознакомиться с Правилами Российского Морского Регистра Судоходства [1, 9].

В эксплуатационных режимах работы различные устройства судна будут имитироваться одинаковыми нагрузками, так как их количество ограничено.

2. Режимы работы судна

Одиночная работа ДГ

Прежде чем перейти работать к судовой электростанции, необходимо отключится от берега. Береговой режим является ненагруженным. Питание от берега получают неосновные потребители, мощность которых невелика. Чтобы избежать перерыва в питании, при необходимости, допускается кратковременная параллельная работа каждого генератора с берегом. Длительная параллельная работа не допускается в связи с разными требованиями по отклонению напряжения и частоты у судовых и береговых электростанций.

На данном тренажерном стенде при управлении с компьютера нет возможности осуществить синхронизацию с берегом, поэтому приходится отключать береговой автомат вручную. После отключения питания с берега (кнопкой QSC на СУ) лабораторный комплекс переходит в автоматический режим.

В режиме ПОЛУАВТО с панели управления (см. рис. 4) на ГРЩ кнопкой «Start» или с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 1» (см. рис. 26) кнопкой «Пуск» производится запуск ДГ. После установки номинальных параметров генератор автоматическим выключателем кнопкой «CB ON» с панели управления или кнопкой «QG1 вкл» с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 1» будет включен на шины.

Для автоматического запуска дизель-генератора переключатель на пульте управления ставим в положение *Автозапуск*. Замыкаются контакты в цепи реле пуска. Происходит прокачка маслом и воз-

душный запуск двигателя. При достижении валом дизеля определенной частоты вращения, он переходит работать на топливо, отключается электродвигатель предпусковой прокачки масла и прекращается подача пускового воздуха.

Происходит самовозбуждение генератора и при номинальном напряжении он подключается на ГРЩ (рис. 33). После того как ДГ1 встанет на шины, тренажерный стенд переводится в режим «ПОЛУАВТО».

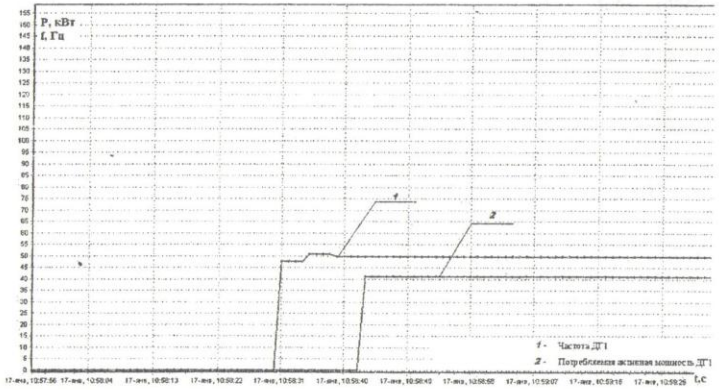


Рис. 33. Включение ДГ на шины ГРЩ

Параллельная работа ДГ

При включении дизель-генераторов на параллельную работу выполняются следующие операции.

В режиме «ПОЛУАВТО» с панели управления (см. рис. 4) на ГРЩ кнопкой «Start» или с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 2» кнопкой «Пуск» производится запуск ДГ. После установки номинальных параметров генератор автоматическим выключателем кнопкой «CB ON» с панели управления или кнопкой «QG1 вкл» с компьютера в диалоговом окне «Diesel Generator 2» будет синхронизирован и включен на шины.

В режиме «АВТО», когда нагрузка работающего ДГ достигает 70% от его номинальной мощности или более, в течение не менее

10 секунд по команде от PMS будет запущен резервный ДГ и включен на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка автоматически распределяется между двумя ДГ. Характеристики основных параметров при параллельной работе генераторов показаны на рис. 34.

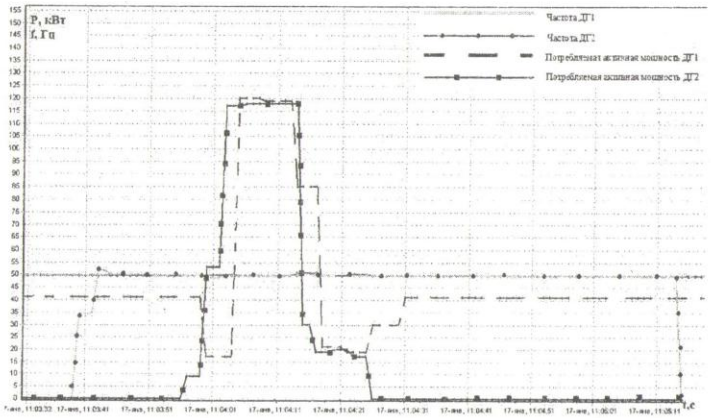


Рис. 34. Параллельная работа генераторов

Когда основной ДГ работает на сборные шины ГРЩ, а резервный ДГ остановлен, то при получении от основного ДГ предупредительного сигнала о некритичной неисправности по команде от PMS будет запущен резервный ДГ. Затем этот ДГ синхронизируется и включается на главные сборные шины ГРЩ. После включения нагрузка будет плавно переведена на резервный ДГ, после чего основной ДГ отключается от шин и останавливается. После остановки основной ДГ будет считаться неготовым к запуску до тех пор, пока его обобщенный предупредительный сигнал не снимется.

Некритичная неисправность – это неисправность, не требующая немедленной остановки ДГ.

Неисправность может имитироваться при помощи потенциометров (см. рис. 11) и кнопок (см. рис. 12) с генераторной секции для каждого генератора.

Включение валогенератора

Работа от валогенератора осуществляется тогда, когда остаётся в эксплуатации часть вспомогательных механизмов машинного отделения и общесудовых систем и отключаются палубные механизмы (рис. 35).

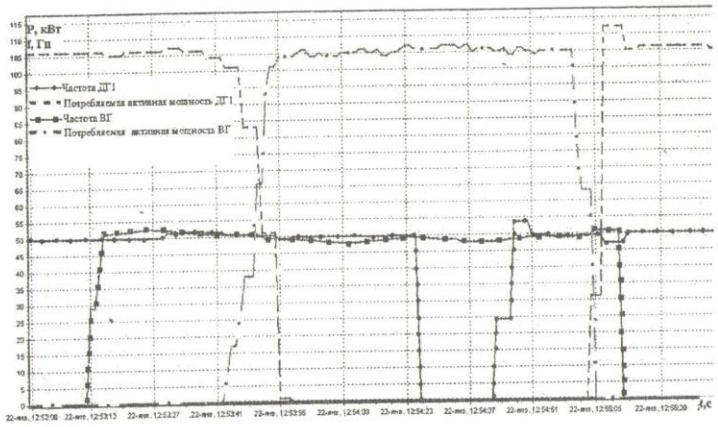


Рис. 35. Работа от валогенератора

В режиме «ПОЛУАВТО» порядок перехода на валогенератор и обратно проводят в следующей последовательности:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.
2. Перейти в режим ВГ в окне «Power Plant» программы M-Vision.
3. После выхода из открытого моря перевести электростанцию в автоматический режим.
4. После того как ДГ1 запустится и встанет на шины, перейти в полуавтоматический режим.
5. Остановить ВГ с помощью кнопки «Ручная остановка ВГ».

В режиме «АВТО» при переходе на валогенератор и обратно необходимо:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.

2. На дополнительной панели оператора (см. рис. 5) нажать кнопку ВГ. Произойдет автоматическая синхронизация ВГ с ДГ, распределение нагрузок и отключение ДГ от шин.
3. После выхода из открытого моря для перевода нагрузки на ДГ нажать кнопку «АВТО» на дополнительной панели управления (см. рис. 5).
4. Остановить вручную ВГ.

Режим разделенных секций

Этот режим используется, когда возникает необходимость часть потребителей питать от ДГ, а часть от ВГ (рис. 36).

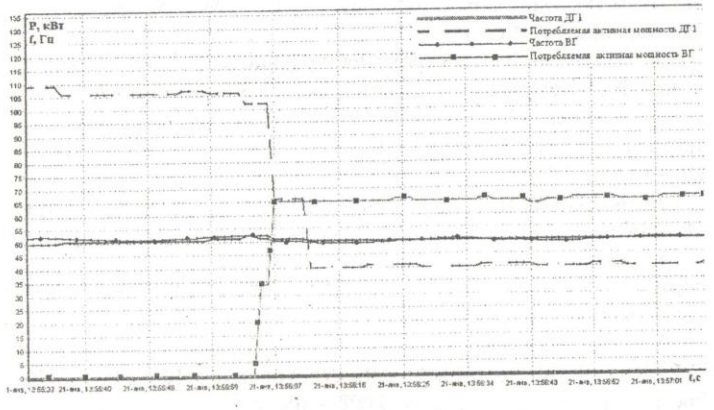


Рис. 36. Режим разделенных секций

В режиме «ПОЛУАВТО»:

1. Запустить ВГ с помощью кнопки «РУЧНОЙ ПУСК ВГ» на секции ВГ.
2. Перейти в режим «РАЗДЕЛЬНЫЙ» в окне «Power Plant» программы M-Vision.
3. Для перехода на судовую электростанцию необходимо произвести те же действия, что и в предыдущем режиме. Произвести автоматическую синхронизацию ДГ с ВГ, а затем переключателем QS произвести разделение нагрузки на секции ВГ и ДГ.

Библиографический список

1. **Баранов, А.П.** Судовые автоматизированные электроэнергетические системы / А.П. Баранов. – СПб. : Судостроение, 2005. – 528 с.
2. **Лемин, Л.А.** Эксплуатация судовых систем электроснабжения : учеб. пособие / Л.А. Лемин, А.В. Пруссаков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2006. – 184 с.
3. **Лемин, Л.А.** Судовые автоматизированные электроэнергетические системы : метод. указания / Л.А. Лемин, А.В. Пруссаков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 73 с.
4. **Смоленцев, С.В.** Локальные и глобальные компьютерные сети : учеб. пособие / С.В. Смоленцев. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2003. – 104 с.
5. **Нефедов, В.И.** Метрология и радиоизмерения : учебник для вузов / В.И. Нефедов. – М. : Высш. шк., 2003. – 526 с.
6. **Сюбаев, М.А.** Основные нештатные режимы судовых электромашин В 2 ч. Ч. 2 : учеб. пособие / М.А. Сюбаев, В.Ф. Мищенко. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 52 с.
7. **Копылов, И.П.** Электрические машины : учебник для вузов / И.П. Копылов. – 5-е изд. – М. : Высш. шк., 2006. – 607 с.
8. **Рычков, В.А.** Чрезвычайные ситуации на морском транспорте : учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. / В.А. Рычков. – СПб. : ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2001. – 105 с.
9. Правила классификации и постройки морских судов. В 2 т. Т. 2 / Российский морской регистр судоходства. – 12-е изд. – СПб. : Рос. мор. регистр судоходства, 2008. – 689 с.

Оглавление

Введение..... 3
Лабораторная работа № 1. Состав тренажерного комплекса... 4
1. Описание тренажерного комплекса..... 4
2. Описание главного распределительного щита..... 5
Лабораторная работа № 2. Автоматический режим работы главного распределительного щита..... 11
1. Режимы работы ГРЩ..... 11
2. Описание работы ГРЩ..... 12
Лабораторная работа № 3. Аварийный распределительный щит 17
1. Описание аварийного распределительного щита..... 17
2. Режимы работы АРЩ..... 27
Лабораторная работа № 4. M-Vision. Система удаленного контроля, управления и сбора данных..... 29
1. Обзор приложения системы M-Vision..... 29
2. Описание окон приложения системы M-Vision..... 30
Лабораторная работа № 5. Компьютерное управление судовой автоматизированной электроэнергетической системой 36
1. Общие сведения..... 36
2. Режимы работы судна..... 37
Библиографический список..... 42

ИТОГОВОЕ ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ

по дисциплине: «Тренажерная подготовка: техническое использование и обслуживание САЭЭС и их элементов» специальности 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики, образовательная программа «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Общее время выполнения: 60 минут

Общая инструкция: внимательно прочитайте каждый вопрос и выберите или дайте ответ в соответствии с предложенной инструкцией.

Оцениваемые компетенции:

Компетенция: ПК-3. Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт систем автоматики и управления главной двигательной установкой и вспомогательными механизмами в соответствии с международными и национальными требованиями

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

1. Какая физическая величина в электротехнике обозначается буквой "I" и измеряется в Амперах?

А) Сила тока
Б) Напряжение
В) Электрическое сопротивление
Г) Электрическая мощность

2. Какой полупроводниковый прибор пропускает электрический ток преимущественно в одном направлении?

А) Резистор

Б) Конденсатор

В) Диод

Г) Трансформатор

3. Что происходит с выходным напряжением синхронного генератора при увеличении тока возбуждения (при неизменной частоте вращения)?

А) Напряжение уменьшается

Б) Напряжение остается неизменным

В) Напряжение сначала растет, потом падает

Г) Напряжение увеличивается

4. Какой прибор на главном распределительном щите (ГРЩ) используется для контроля частоты переменного тока?

А) Вольтметр

Б) Частотомер

В) Ваттметр

Г) Счетчик моточасов

5. Какое минимальное значение сопротивления изоляции электроустановок судна (по РКО) считается допустимым при эксплуатации?

А) 0,1 МОм

Б) 0,5 МОм

В) 1,0 МОм

Г) 10 МОм

ПРОДВИНУТЫЙ УРОВЕНЬ

6. При попытке ввода генератора на параллельную работу стрелка синхроноскопа вращается по часовой стрелке очень быстро. Выберите верные действия оператора для исправления ситуации:

А) Незначительно увеличить частоту приводного двигателя

Б) Уменьшить частоту вращения вала подключаемого генератора

В) Дождаться замедления вращения стрелки и момента, когда она окажется в зоне «12 часов»

Г) Немедленно нажать кнопку «Закрыть выключатель», пока стрелка движется

Д) Проверить и при необходимости откорректировать напряжение подключаемого генератора

7. Утверждение: *«Реле обратной мощности предназначено для защиты обмоток статора от токов короткого замыкания, поэтому его уставка обычно составляет 100-200% от номинального тока».*

А) Да, верно

Б) Нет, не верно

8. **Установите соответствие между типом защитного устройства и его основной функцией в системе САЭЭС:**

	Устройство	Функция
	Реле обратной мощности (кВт)	А) Защита от перегрузки по току и КЗ
	Дифференциальная защита	Б) Отключение при работе генератора в режиме двигателя
	Максимальная токовая защита (МТЗ)	В) Защита от внутренних замыканий в обмотках статора
	Защита минимального напряжения	Г) Отключение при глубокой просадке напряжения сети
	Защита по частоте (Гц)	Д) Предотвращение работы на недопустимых частотах вращения

ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ

9. Вы подготавливаете генератор к пуску. На приборах видите: частота сети 50.0 Гц, а частота подключаемого генератора — 51.5 Гц. Стрелка синхроноскопа быстро вращается. Какой параметр нужно изменить (увеличить или уменьшить) и каким регулятором на панели тренажера нужно воздействовать, чтобы замедлить вращение стрелки и подготовить генератор к включению?

10. Два генератора работают параллельно. Вы видите, что Генератор №1 перегружен (амперметр показывает 110% от номинала), а Генератор №2 недогружен (60%). Какие действия нужно выполнить с регуляторами частоты вращения на каждом из генераторов, чтобы выровнять активную нагрузку (кВт) между ними, не меняя при этом общую частоту в судовой сети?

Компетенция: ПК-10. Способен осуществлять наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления.

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

1. Оператор осуществляет наблюдение за работой судовой электростанции. На главном распределительном щите загорелась сигнализация «Перегрузка по току» на одном из отходящих кабелей питания. Какое первое действие должен выполнить оператор для оценки ситуации?

А) Немедленно отключить питающий кабель автоматическим выключателем

Б) Проверить значение тока по амперметру и сравнить с номинальным значением

В) Увеличить частоту вращения дизель-генератора для компенсации нагрузки

Г) Переключить питание на резервный генератор

2. При ручной синхронизации стрелка синхроноскопа вращается по часовой стрелке очень быстро. Какое ручное воздействие необходимо выполнить на панели управления?

А) Уменьшить подачу топлива на дизель регулирующей кнопкой "Speed ↓"

Б) Нажать кнопку "Close" для включения автомата

В) Увеличить подачу топлива кнопкой "Speed ↑"

Г) Переключить регулятор напряжения в ручной режим

3. При параллельной работе двух генераторов один из них перегружен по реактивной мощности. Нагружен реактивной мощностью и имеющий индуктивный характер.

А) Увеличить подачу топлива на перегруженный дизель

Б) Отключить часть потребителей с индуктивным характером

В) Увеличить ток возбуждения перегруженного генератора регулятором напряжения

Г) Уменьшить ток возбуждения перегруженного генератора регулятором напряжения

4. Какова правильная последовательность действий при плановом отключении генератора от шин параллельной работы?

А) Отключить автомат → сбросить активную нагрузку → сбросить реактивную нагрузку → остановить дизель

Б) Перебросить только реактивную нагрузку → отключить автомат → остановить дизель

В) Перебросить активную и реактивную нагрузку до минимума → отключить автомат → остановить дизель

Г) Остановить дизель → дождаться падения частоты → отключить автомат

5. На ГРЩ сработала сигнализация "зазимления". Какое первое практическое действие должен выполнить электромеханик для локализации неисправности?

А) Поочередно отключать групповые автоматы цепей управления, наблюдая за индикатором "заземления"

Б) Немедленно обесточить весь ГРЩ

В) Заменить все предохранители в цепях управления

Г) Подать повышенное напряжение для "прожига" места замыкания

ПРОДВИНУТЫЙ УРОВЕНЬ

6. Выберите ВСЕ верные действия при устранении неисправности "Генератор не выходит на номинальное напряжение в ручном режиме управления возбуждением":

А) Проверить наличие питания на входе ручного регулятора возбуждения

Б) Измерить сопротивление обмотки возбуждения ротора и проверить целостность щёточного узла (при наличии)

В) Немедленно заменить блок АВР на новый без дополнительной диагностики

Г) Проверить положение переключателя "Ручное/Автоматическое" управление возбуждением

Д) Убедиться в отсутствии обрыва в цепях измерения напряжения на статоре

7. Утверждение: «При ручной регулировке для изменения сигналов регулятора частоты на сам регулятор необходимо подать напряжение».

А) Да, верно

Б) Нет, не верно

8. Установите соответствие между индикатором/сигналом на панели управления и действием электромеханика при наблюдении:

	Ситуация	Необходимое ручное воздействие
	Частота генератора "плавает" ±0,5 Гц при стабильной нагрузке	А) Подстроить потенциометр "Stability" или "Droop" на регуляторе частоты вращения
	Напряжение генератора медленно снижается при включении нагрузки	Б) Проверить настройку уставок AVR и при необходимости увеличить коэффициент усиления
	При синхронизации стрелка синхроноскопа "зависла" у нулевой отметки, но не фиксируется	В) Кратковременно изменить частоту входящего генератора для прохождения точки синхронизма и повторить попытку
	Один из генераторов работает с "опережающим" cos φ (ёмкостная нагрузка)	Г) Увеличить ток возбуждения данного генератора регулятором напряжения
	После КЗ генератор не восстанавливает	Д) Сбросить защиту АВР кнопкой "Reset" и перевести регулятор в ручной режим для плавного подъёма напряжения

	напряжение автоматически	

ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ

9. На тренажёре смоделирована ситуация: "При включении мощного асинхронного двигателя наблюдается провал напряжения на 20% и срабатывание защиты по минимальному напряжению". Опишите пошаговый алгоритм действий оператора для:

а) восстановления питания потребителей;

б) предотвращения повторного срабатывания при следующем включении аналогичной нагрузки. Укажите не менее 4 конкретных действий.

10. При отработке навыка "Ручное управление возбуждением" студент столкнулся с тем, что напряжение генератора не регулируется потенциометром: при вращении ручки напряжение либо не меняется, либо меняется скачкообразно. Назовите три возможные технические причины данной неисправности в реальной системе и по одному практическому способу проверки каждой из них (каким прибором и что измерять).

Компетенция: ПК-13. Способен исполнять должностные обязанности командного состава судов в соответствии с нормативными документами

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

1. Согласно ПТЭ судовых электроустановок, кто несет ответственность за технически правильную эксплуатацию и своевременное обслуживание электростанции?

А) Судовой электромеханик (или старший механик на судах без электромеханика)

Б) Вахтенный механик

В) Капитан судна

Г) Электромонтер вахты

2. Какой нормативный документ регламентирует требования к безопасности судовых электрических установок в части предотвращения пожаров?

А) Кодекс ОСПС (ISPS Code)

Б) Конвенция МАРПОЛ (MARPOL)

В) Международная конвенция СОЛАС (глава II-1)

Г) Трудовой кодекс РФ

3. Согласно инструкции по эксплуатации, что необходимо сделать с уставкой АРН при переходе на ручное управление возбуждением в аварийной ситуации?

А) Установить минимальное напряжение для экономии топлива

Б) Оставить уставку без изменений

В) Произвольно менять уставку для стабилизации частоты

Г) Установить напряжение, соответствующее номинальному значению сети (по вольтметру)

4. В каком документе вахтенный электромеханик обязан фиксировать параметры работы генераторов (напряжение, ток, частота, температура) согласно расписанию вахты?

А) В судовом журнале

Б) В журнале учета работы электрооборудования (или вахтенном журнале ЭМО)

В) В грузовом плане

Г) В журнале учений и тренировок

5. Какое минимальное значение сопротивления изоляции распределительной сети 400 В (по требованиям Регистра и ПТЭ) является основанием для немедленного поиска неисправности?

А) Менее 0,1 МОм

Б) Менее 0,5 МОм

В) Менее 1,0 МОм

Г) Менее 5,0 Мом

ПРОДВИНУТЫЙ УРОВЕНЬ

6. При подготовке к маневру (заход в порт) согласно вахтенным инструкциям, электромеханик обязан обеспечить готовность электростанции. Выберите несколько действий которые он должен выполнить:

А) Запустить и вывести на параллельную работу второй генератор (если требуется по расписанию)

Б) Отключить все системы сигнализации для снижения шума в ЦПУ

В) Проверить исправность систем аварийного оповещения и защиты

Г) Проинструктировать вахтенного механика о порядке взаимодействия при маневре

Д) Самостоятельно отключить навигационное оборудование для снижения нагрузки

7. Утверждение: «Согласно требованиям ПДНВ (СТСВ), перед заступлением на вахту электромеханик обязан ознакомиться с текущим состоянием электрооборудования, записями в журнале и распоряжениями старшего механика, и только после этого принять вахту».

А) Да, верно

Б) Нет, не верно)

8. Установите соответствие между ситуацией на тренажере и действием, предписанным должностной инструкцией/регламентом:

	Ситуация	**Действие по регламенту**
	Срабатывание защиты генератора («блэкаут»)	А) Немедленно доложить старшему механику и на мостик, начать действия по восстановлению питания согласно аварийной инструкции
	Плановый ввод резервного	Б) Выполнить переключения согласно чек-листу, записать параметры в журнал,

	генератора	уведомить вахтенного помощника
	Обнаружение неисправности, не угрожающей безопасности	В) Записать в журнал дефектов, доложить старшему электромеханику, запланировать ремонт
	Пожарная тревога в районе ГРЩ	Г) Обесточить поврежденный участок (по инструкции), применить средства пожаротушения, действовать по расписанию по тревогам
	Получение приказа на изменение режима работы	Д) Выполнить приказ, доложить об исполнении, записать изменение режима в вахтенный журнал

Высокий уровень

9. Согласно инструкции по вводу генератора на параллельную работу, перед замыканием автомата необходимо выровнять частоты. На тренажере вы видите: сеть 50.0 Гц, подключаемый генератор 49.2 Гц. Какой параметр нужно изменить (увеличить или уменьшить) регулятором на подключаемом генераторе, чтобы выполнить требование инструкции и подготовить генератор к включению?

10. Вы исполняете обязанности вахтенного электромеханика. Согласно вахтенным инструкциям, необходимо равномерно распределить активную нагрузку между двумя параллельно работающими генераторами. Наблюдаете: Генератор №1 — 80% нагрузки, Генератор №2 — 40%. Какие встречные действия с регуляторами частоты вращения («Speed»/«Governor») нужно выполнить на каждом генераторе, чтобы выровнять нагрузку, не нарушая частоту сети (50 Гц)? Укажите, что увеличить, а что уменьшить.

Компетенция: ПК-14. Способен владеть знаниями правил несения судовых вахт, поддержания судна в мореходном состоянии, способностью осуществлять контроль за выполнением установленных требований норм и правил

БАЗОВЫЙ УРОВЕНЬ

1. Согласно правилам несения вахты (ПДНВ/СТСВ), кто несет ответственность за безопасную эксплуатацию электрооборудования в период своей вахты?

А) Вахтенный электромеханик (или вахтенный механик)

Б) Старший электромеханик

В) Капитан судна

Г) Весь экипаж коллективно

2. Какой параметр электрооборудования необходимо контролировать в первую очередь для поддержания судна в мореходном состоянии согласно чек-листу вахты?

А) Цвет корпуса распределительного щита

Б) Сопротивление изоляции и температуру обмоток

В) Марку производителя оборудования

Г) Дату последней покраски щита

3. Согласно требованиям к мореходному состоянию, какое действие с уставкой защиты генератора является нарушением регламента?

А) Проверить уставку перед выходом в море

Б) Оставить уставку без изменений, если она соответствует регламенту

В) Зафиксировать значение уставки в журнале

Г) Произвольно изменить уставку без согласования со старшим механиком

4. В каком документе фиксируются результаты контроля параметров электрооборудования при несении вахты согласно правилам?

А) В грузовом манифесте

Б) В вахтенном журнале механиков (или журнале электрооборудования)

В) В судовом расписании по тревогам

Г) В личном деле члена экипажа

5. Какой минимальный уровень контроля за работой генераторов должен осуществлять вахтенный электромеханик согласно правилам несения вахт?

А) Только при появлении аварийных сигналов

Б) Один раз в сутки

В) Периодически, согласно установленному регламенту обходов (например, каждый час)

Г) Только по требованию старшего механика

ПРОДВИНУТЫЙ УРОВЕНЬ

6. При несении вахты электромеханик обязан контролировать параметры работы САЭЭС. Выберите параметры, отклонение которых от нормы требует немедленного доклада старшему механику согласно регламенту:

А) Температура подшипников генератора выше допустимой по инструкции

Б) Незначительное колебание напряжения в пределах ±2%

В) Падение сопротивления изоляции сети ниже 1,0 МОм

Г) Появление постороннего шума или вибрации в работе дизель-генератора

Д) Плановое переключение потребителей по расписанию

7. Утверждение: «Согласно правилам поддержания мореходного состояния, перед заступлением на вахту электромеханик обязан лично проверить работоспособность систем аварийной сигнализации и защиты, и только после этого принять вахту».

А) Да, верно

Б) Нет, не верно

8. Установите соответствие между нарушением/отклонением и действием по контролю соблюдения норм:

	Нарушение / Отклонение	Действие по контролю соблюдения норм
	Превышение температуры обмоток	А) Зафиксировать в журнале, доложить старшему, усилить контроль, при необходимости снизить нагрузку
	Неравномерное распределение нагрузки	Б) Выполнить регулировку по инструкции, записать параметры, проконтролировать стабильность
	Срабатывание защиты «земля»	В) Проверить сопротивление изоляции, найти и локализовать повреждение, оформить акт
	Отклонение частоты от 50 Гц	Г) Скорректировать частоту вращения, проверить работу регулятора, записать в журнал
	Плановое техническое обслуживание	Д) Выполнить работы по чек-листу, оформить запись в журнале ТО, доложить о готовности

ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ

9. При несении вахты вы контролируете работу генератора. Согласно регламенту, напряжение должно быть 400 В ±5%. На тренажере вы видите: напряжение 390 В и продолжаете медленно снижаться. Нагрузка не менялась.

Какой параметр нужно откорректировать (увеличить или уменьшить) регулятором напряжения (AVR), чтобы вернуть значение в норму и соблюсти требования к мореходному состоянию электрооборудования?

10. Два генератора работают параллельно. Согласно вахтенным инструкциям, активная нагрузка должна быть распределена равномерно (±10%). Вы наблюдаете: Генератор №1 — 90% нагрузки, Генератор №2 — 30%.

Какие встречные действия с регуляторами частоты вращения нужно выполнить на каждом генераторе, чтобы выровнять нагрузку и соблюсти регламент эксплуатации? Укажите, что увеличить, а что уменьшить.