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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б.1.В.Д08 Основы электромагнитной совместимости

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	Курсы
		5
Лекции	8 Часы	8
СРС	60 Часы	60
Практические занятия	4 Часы	4
Зачет	0 Часы	

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б1.В.08	Блок 1 Дисциплины (модули) (Часть, формируемая участниками образовательных отношений)	2

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	СРС	Практические занятия	Зачет	Всего
1	Раздел 1. Цели и задачи изучения дисциплины. Содержание дисциплины. ,	1 Часы	1 Часы			2 Часы
1,1	Тема 1.1. Компетенции формируемые в процессе изучения дисциплины (результаты обучения). Указания по работе над дисциплиной. Формы и критерии оценки текущего контроля и промежуточной аттестации.		2 Часы			2 Часы
2	Раздел 2. Основные определения электромагнитной совместимости и электромагнитной обстановки.		17 Часы	2 Часы		19 Часы
2,1	Тема 2.1. Возникновение импульсных периодических коммутационных помех и перенапряжений в СЭЭС.	1 Часы	1 Часы			2 Часы
2,1	Тема 2.1. Возникновение импульсных периодических коммутационных помех и перенапряжений в СЭЭС.		1,5 Часы			1,5 Часы
2,2	Тема 2.2. Возникновение непериодических импульсных коммутационных помех и перенапряжений в СЭЭС.	1 Часы	1 Часы			2 Часы
2,2	Тема 2.2. Возникновение непериодических импульсных коммутационных помех и перенапряжений в СЭЭС.		1 Часы			1 Часы
2,3	Тема 2.3. Распространение импульсных коммутационных помех в СЭЭС.	1 Часы	1 Часы			2 Часы
2,3	Тема 2.3. Распространение импульсных коммутационных помех в СЭЭС.		1,5 Часы			1,5 Часы
2,4	Тема 2.4. Влияние импульсных помех на судовое электронное и электрическое оборудование.	1 Часы	1 Часы			2 Часы
2,4	Тема 2.4. Влияние импульсных помех на судовое электронное и электрическое оборудование.		1 Часы			1 Часы
2,5	Тема 2.5. Снижение уровней импульсных помех в СЭЭС.	1 Часы	1 Часы			2 Часы
2,5	Тема 2.5. Снижение уровней импульсных помех в СЭЭС.		1,5 Часы			1,5 Часы
2,6	Тема 2.6. Защита оборудования от импульсных помех.	1 Часы	1 Часы			2 Часы
2,6	Тема 2.6. Защита оборудования от импульсных помех.		1,5 Часы			1,5 Часы
2,7	Тема 2.7. Качество электрической энергии.		2 Часы			2 Часы
2,7	Тема 2.7. Качество электрической энергии.		1 Часы			1 Часы

3	Раздел 3. Электромагнитная обстановка на судах.		16 Часы	2 Часы		18 Часы
3,1	Тема 3.1. Методы и способы обеспечения помехозащитыи оптимизации судовой электромагнитной обстановки.	0,5 Часы	1,5 Часы			2 Часы
3,1	Тема 3.1. Методы и способы обеспечения помехозащитыи оптимизации судовой электромагнитной обстановки.		2 Часы			2 Часы
3,2	Тема 3.2. Испытания и измерения в области электромагнитной совместимости.	0,5 Часы	1,5 Часы			2 Часы
3,2	Тема 3.2. Испытания и измерения в области электромагнитной совместимости.		2 Часы			2 Часы

4. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции			
1	Раздел 1. Цели и задачи изучения дисциплины. Содержание дисциплины. ,	ПК-1.(ИДК: ПК-1.3.1;)	ПК-4.(ИДК: ПК-4.3.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.3.1;)	ПК-15.(ИДК: ПК-15.3.1;)
1,1	Тема 1.1. Компетенции формируемые в процессе изучения дисциплины (результаты обучения). Указания по работе над дисциплиной. Формы и критерии оценки текущего контроля и промежуточной аттестации.				
2	Раздел 2. Основные определения электромагнитной совместимости и электромагнитной обстановки.	ПК-1.(ИДК: ПК-1.У.1;ПК-1.В.1;)	ПК-15.(ИДК: ПК-15.У.1;ПК-15.В.1;)		
2,1	Тема 2.1. Возникновение импульсных периодических коммутационных помех и перенапряжений в СЭЭС.	ПК-1.(ИДК: ПК-1.3.1;)			
2,1	Тема 2.1. Возникновение импульсных периодических коммутационных помех и перенапряжений в СЭЭС.				
2,2	Тема 2.2. Возникновение непериодических импульсных коммутационных помех и перенапряжений в СЭЭС.	ПК-1.(ИДК: ПК-1.3.1;)			
2,2	Тема 2.2. Возникновение непериодических импульсных коммутационных помех и перенапряжений в СЭЭС.				
2,3	Тема 2.3. Распространение импульсных коммутационных помех в СЭЭС.	ПК-1.(ИДК: ПК-1.3.1;)			
2,3	Тема 2.3. Распространение импульсных коммутационных помех в СЭЭС.				
2,4	Тема 2.4. Влияние импульсных помех на судовое электронное и электрическое оборудование.	ПК-1.(ИДК: ПК-1.3.1;)			
2,4	Тема 2.4. Влияние импульсных помех на судовое электронное и электрическое оборудование.				
2,5	Тема 2.5. Снижение уровней импульсных помех в СЭЭС.	ПК-15.(ИДК: ПК-15.3.1;)			
2,5	Тема 2.5. Снижение уровней импульсных помех в СЭЭС.				
2,6	Тема 2.6. Защита оборудования от импульсных помех.	ПК-15.(ИДК: ПК-15.3.1;)			
2,6	Тема 2.6. Защита оборудования от импульсных помех.				
2,7	Тема 2.7. Качество электрической энергии.				
2,7	Тема 2.7. Качество электрической энергии.				
3	Раздел 3. Электромагнитная обстановка на судах.	ПК-4.(ИДК: ПК-4.У.1;ПК-4.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.1;ПК-9.В.1;)		
3,1	Тема 3.1. Методы и способы обеспечения помехозащитыи оптимизации судовой электромагнитной обстановки.	ПК-4.(ИДК: ПК-4.3.1;)			
3,1	Тема 3.1. Методы и способы обеспечения помехозащитыи оптимизации судовой электромагнитной обстановки.				
3,2	Тема 3.2. Испытания и измерения в области электромагнитной совместимости.	ПК-9.(ИДК: ПК-9.3.1;)			
3,2	Тема 3.2. Испытания и измерения в области электромагнитной совместимости.				

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 безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями	ПК-1.З.1 методы безопасного технического использования, технического обслуживания, диагностирования и ремонта судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями	ПК-1.У.1 осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики	ПК-1.В.1 навыками осуществления безопасного технического использования, технического обслуживания, диагностирования и ремонта судового электрооборудования и средств автоматики
2	Способен выбрать и, при необходимости, разработать рациональные нормативы эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и хранения судового и берегового электрооборудования и средств автоматики	ПК-15.З.1 способы выбора и разработки рациональных нормативов эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и хранения судового и берегового электрооборудования и средств автоматики	ПК-15.У.1 выбрать и, при необходимости, разработать рациональные нормативы эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и хранения судового и берегового электрооборудования и средств автоматики	ПК-15.В.1 навыками выбора и разработки рациональных нормативов эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и хранения судового и берегового электрооборудования и средств автоматики
3	Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В в соответствии с международными и национальными требованиями	ПК-4.З.1 способы безопасного технического использования, технического обслуживания, диагностирования и ремонта судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В в соответствии с международными и национальными требованиями	ПК-4.У.1 осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В в соответствии с международными и национальными требованиями	ПК-4.В.1 навыками безопасного технического использования, технического обслуживания, диагностирования и ремонта судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В в соответствии с международными и национальными требованиями
4	Способен устанавливать причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматики, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению	ПК-9.З.1 причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматики, определения и осуществления мероприятия по их предотвращению	ПК-9.У.1 устанавливать причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматики, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению	ПК-9.В.1 навыками выявления причин отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматики, определения и осуществления мероприятий по их предотвращению

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	Эксплуатация генераторов и распределительных систем	A-III/6-1. Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации	A-III/6-1.3. Эксплуатация генераторов и распределительных систем
2	Эксплуатация и техническое обслуживание силовых систем с напряжением выше 1 000 вольт	A-III/6-1. Электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации	A-III/6-1.4. Эксплуатация и техническое обслуживание силовых систем с напряжением выше 1 000 вольт
3	Техническое обслуживание и ремонт электрического и электронного оборудования	A-III/6-2. Техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации	A-III/6-2.1. Техническое обслуживание и ремонт электрического и электронного оборудования
4	Содействие обращению с запасами	A-III/7-3. Управление операциями судна и забота о людях на судне на вспомогательном уровне	A-III/7-3.1. Содействие обращению с запасами

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 (Стол рабочий (14 ед.); стул (28 ед.) (565) Парты (47 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (668) Стул (2 ед.); Парты (41 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (768))	565,668,768
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	Вишневский, Ю.Г.;Инфокоммуникационные технологии электромагнитной защищенности информационных каналов в автоматизированных системах управления движением судов;автореф.дис. ... д-ра техн.наук:05.13.06;Вишневский, Ю.Г.-СПб.,<null>; <null> ;	2 007	Текст	1
3	Иванов-Смоленский, А.В.;Электромагнитные силы и преобразование энергии в электрических машинах;учеб.пособие;Иванов-Смоленский, А.В.-М.,Высш.школа; <null> ;	1 989	Текст	4
4	Волкова, Т.А.;Электромагнитная защищенность речных автоматизированных идентификационных систем на основе применения сложных дискретных частотно манипулированных сигналов с линейной частотной модуляцией;автореф.дис. ... канд.техн.наук:05.13.06;Волкова, Т.А.-СПб.,<null>; <null> ;	2 013	Текст	1
5	Башарин, С.А.;Теоретические основы электротехники.Теория электрических цепей и электромагнитного поля;учеб.пособие;Башарин, С.А.Федоров, В.В.-М.,Академия; <null> ;	2 010	Текст	28
6	Аполлонский, С.М.;Теоретические основы электротехники.Электромагнитное поле;учебное пособие;Аполлонский, С.М.-Санкт-Петербург,Лань; URL: https://reader.lanbook.com/book/210824#3 (дата обращения: 20.05.2022) ;<null>		Электронный ресурс	0
7	Акимов, М.Н.;Основы электромагнитной безопасности;учебное пособие;Акимов, М.Н. Аполлонский, С.М.-Санкт-Петербург,Лань; URL: https://reader.lanbook.com/book/212990#1 (дата обращения: 20.05.2022) ;<null>	2 022	Электронный ресурс	0
8	Гончаренко, И.В.;Электромагнитная совместимость;<null>;Гончаренко, И.В.Купин, М.Н.-М.,РадиоСофт; <null> ;	2 018	Текст	25

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)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения		Процедура оценивания	Критерии оценивания результата обучения и шкала оценивания			
			Контролируемые разделы (темы)	Вид контроля	Форма контроля		2	3	4	5
							не зачтено	зачтено		
1	ПК-1.З.1,ПК-1.У.1,ПК-1.В.1,ПК-15.З.1,ПК-15.У.1,ПК-15.В.1	А-III/6-2.1.,А-III/7-3.1.	2,2.1,2.2,2.3,2.4,2.5,2.6	Текущий контроль	Контрольная работа	Решение типовых задач по данным преподавателя продолжительность 45 мин	Работа не выполнена или сделана не по заданному варианту, объяснение хода ее решения дано неполное, непоследовательное, с грубыми ошибками, без теоретического обоснования.	Даны ответы на задания контрольной работы без обоснования шагов решения, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием, со значительными затруднениями и ошибками.	Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточно логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании.	Работа выполнена полностью, ответ на вопрос задачи дан правильный, объяснение хода ее решения подробное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями
2	ПК-4.З.1,ПК-4.У.1,ПК-4.В.1,ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1	А-III/6-1.3.,А-III/6-1.4.,А-III/6-2.1.	3,3.1,3.2	Текущий контроль	Контрольная работа	Решение типовых задач по данным преподавателя продолжительность 45 мин	Работа не выполнена или сделана не по заданному варианту, объяснение хода ее решения дано неполное, непоследовательное, с грубыми ошибками, без теоретического обоснования.	Даны ответы на задания контрольной работы без обоснования шагов решения, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием, со значительными затруднениями и ошибками.	Работа выполнена полностью, но обоснования шагов решения недостаточно логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании.	Работа выполнена полностью, ответ на вопрос задачи дан правильный, объяснение хода ее решения подробное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями

3	ПК-1.З.1,ПК-1.У.1,ПК-1.В.1,ПК-15.З.1,ПК-15.У.1,ПК-15.В.1,ПК-4.З.1,ПК-4.У.1,ПК-4.В.1,ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1	А-III/6-1.3.,А-III/6-1.4.,А-III/6-2.1.,А-III/7-3.1.	1,2,2.1,2.2,2.3,2.4,2.5,2.6,3,3.1,3.2	Промежуточная аттестация	Зачет	Время подготовки 60 мин, 12 вопросов	Обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов дисциплины, его базовых понятий и фундаментальных проблем. Слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отсутствуют ответы на дополнительные вопросы, необходимые умения и навыки			Обучающийся демонстрирует знание основных разделов дисциплины, его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобретены необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично изложен теоретический материал, допущены лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности
4	ПК-1.З.1,ПК-1.У.1,ПК-1.В.1,ПК-15.З.1,ПК-15.У.1,ПК-15.В.1,ПК-4.З.1,ПК-4.У.1,ПК-4.В.1,ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1		1,2,2.1,2.2,2.3,2.4,2.5,2.6,3,3.1,3.2	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»

Оценочные средства по дисциплине «Основы электромагнитной совместимости»

Контрольная работа №1

Раздел 2. Основные определения электромагнитной совместимости и электромагнитной обстановки.

Формирует компетенции ПК-1, ПК-15, А-III/6-2.1, А-III /7-3.1

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ Хватов О.С.

Н.Новгород

Пример 1. Определить коэффициент несинусоидальности напряжения на шинах 10 кВ предприятия. Схема замещения для ν-й гармоники, с указанием сопротивлений и расчетных величин полных мощностей вентильной нагрузки представлена на рис. 5-4.

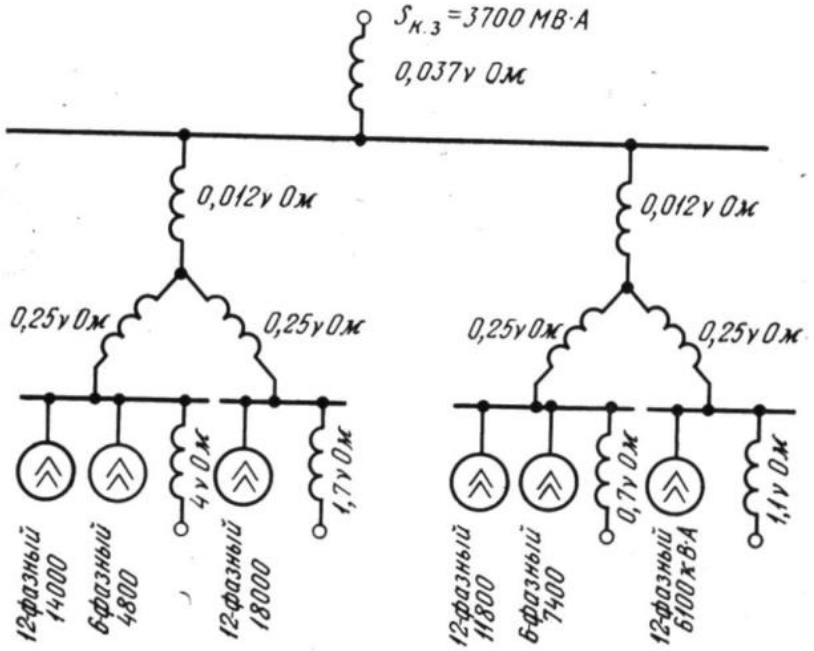


Рис. 5-4. Схема замещения для ν-й гармоники к примеру 5-1.

Вентильными преобразователями оборудованы реверсивные электроприводы прокатных цехов и их вспомогательные механизмы; схемы выпрямления — мостовые.

В этом примере можно не учитывать взаимного влияния преобразователей различных секций, так как мощность короткого замыкания $S_{к.з}=3\,700$ МВ · А $>1\,500$ МВ · А.

1. Коэффициенты токораспределения

$$k_{11}=\frac{0,25+0,012+0,037}{0,25+0,012+0,037+1,4}=0,175;$$

$$k_{22}=\frac{0,25+0,012+0,037}{0,25+0,012+0,037+1,4}=0,15.$$

Аналогично $k_{33}=0,3$; $k_{44}=0,14$.

2. Коэффициенты несинусоидальности по формуле (5-21)

$$k_{нс}^{(I)}=\frac{x_1 k_{11}\sqrt{2S_{(12ф)}^2+4S_{(6ф)}^2}}{U^2}\,100=$$

$$=\frac{1,4\cdot 0,175\sqrt{2\cdot 14^2+4\cdot 4,8^2}}{100}\,100=5,4\%;$$

$$k_{нс}^{(II)}=\frac{\sqrt{2}\cdot 1,7\cdot 0,15\cdot 18}{100}\,100=6,5\%.$$

Аналогично $k_{нс}^{(III)}=5,7\%$; $k_{нс}^{(IV)}=2,1\%$.

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

Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Оценочные средства по дисциплине «Основы электромагнитной совместимости»

Контрольная работа №2

Раздел 3. Электромагнитная обстановка на судах.

Формирует компетенции ПК-4, ПК-9, А-III/6-1.4, А-III/6-1.3, А-III/6-2.1

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ Хватов О.С.

Н.Новгород

Пример 1. Выбрать силовые фильтры для установки в сети 10 кВ на секции шин непрерывного прокатного стана «1700»; дефицит реактивной мощности, который должны покрыть конденсаторы фильтров, составляет 6 500 квар. Максимальная мощность короткого замыкания на шинах 10 кВ $S_{km}=380$ МВ·А. Расчетные токи гармоник $I_{5\Sigma}=52$А; $I_{7\Sigma}=36$А; $I_{11\Sigma}=90$А; $I_{13\Sigma}=74{,}6$А.

1. Принимаем к установке четыре фильтра, настроенные на частоты соответственно 5; 7, 11 и 13-й гармоник. Выбираем предварительно мощности батарей фильтров

$$Q_5=\sqrt{3}\cdot 1{,}3\cdot 52\cdot 10=1\,230 \text{ квар};\quad k'_{p5}=\frac{1\,230}{380}=0{,}32\cdot 10^{-2};$$

$$Q_7=\sqrt{3}\cdot 1{,}3\cdot 36\cdot 10=800 \text{ квар};\quad k'_{p7}=0{,}21\cdot 10^{-2};$$

$$Q_{11}=\sqrt{3}\cdot 1{,}3\cdot 90\cdot 10=2\,000 \text{ квар};\quad k'_{p11}=0{,}525\cdot 10^{-2};$$

$$Q_{13}=\sqrt{3}\cdot 1{,}3\cdot 74{,}6\cdot 10=1\,670 \text{ квар};\quad k'_{p13}=0{,}44\cdot 10^{-2}.$$

Для фильтров 5-й и 7-й гармоник допустимо $k_{p5,7}\geqslant 0{,}45\cdot 10^{-2}$, поэтому мощности соответствующих батарей должны быть увеличены. С учетом потребной величины реактивной мощности принимаем следующие мощности батарей (табл. 7-1):

$Q_5=1\,680$ квар, $k_{p5}=0{,}44\cdot 10^{-2}$; $Q_7=1\,920$ квар; $k_{p7}=0{,}4\cdot 10^{-2}$;

$Q_{11}=2\,400$ квар, $k_{p11}=0{,}63\cdot 10^{-2}$; $Q_{13}=2\,400$ квар, $k_{p13}=0{,}63\cdot 10^{-2}$;

$Q'_{\Phi}=1394{,}4+1576{,}8+1\,848+1\,836=6\,594$ квар, что несколько больше требуемой величины $Q_{\Phi}=6\,500$ квар.

2. Проверяем правильность выбора напряжения конденсаторов фильтров по пятой гармонике. Номинальное напряжение конденсаторов 6,6 кВ. При напряжении на шинах 10,5 кВ имеем:

$$a_5k_u=1{,}045\frac{10{,}5}{\sqrt{3}\cdot 6{,}6}=0{,}961<1,$$

Следовательно, напряжение конденсаторов выбрано правильно.

3. Определяем коэффициенты χ_ν и $k_{i\nu}$ всех фильтров:

$$\chi_5=\frac{-0{,}02}{0{,}44\cdot 10^{-2}\cdot 25}=-0{,}18;\quad k_{i5}=\frac{1}{1-0{,}18}=1{,}22;$$

$$\chi_7=\frac{-0{,}02}{0{,}4\cdot 10^{-2}\cdot 49}=-0{,}689;\quad k_{i7}=1{,}09;$$

$$\chi_{11}=\frac{-0{,}1}{0{,}63\cdot 10^{-2}\cdot 121}=-0{,}087;\quad k_{i11}=1{,}10;$$

$$\chi_{13}=\frac{-0{,}1}{0{,}63\cdot 10^{-2}\cdot 169}=-0{,}047;\quad k_{i13}=1{,}05.$$

Минимально допустимые мощности батарей конденсаторов с учетом коэффициентов $k_{i\nu}$

$$Q_{б5}=\frac{3\cdot 6{,}6\cdot 52\cdot 1{,}22}{\sqrt{1{,}6-(1{,}045\cdot 0{,}88)^2}}=1\,450 \text{ квар};$$

$$Q_{б7}=\frac{3\cdot 6{,}6\cdot 1{,}09\cdot 36}{\sqrt{1{,}6-(0{,}88\cdot 1{,}02)^2}}=874 \text{ квар};$$

$$Q_{б11}=\frac{3\cdot 6{,}6\cdot 1{,}10\cdot 90}{\sqrt{1{,}6-(0{,}88-1{,}01)^2}}=2\,180 \text{ квар};$$

$$Q_{б13}=\frac{3\cdot 6{,}6\cdot 1{,}05\cdot 74{,}6}{\sqrt{1{,}6-0{,}88^2}}=1\,680 \text{ квар}.$$

Принятые мощности батарей конденсаторов фильтров больше рассчитанных минимально допустимых значений. Следовательно, мощности батарей конденсаторов для всех фильтров выбраны правильно.

1. Выбирая реакторы (табл. 7-1). Для фильтра 5-й гармоники принимаем два последовательно включенных реактора РБА-10-300-8 и РБА-10-300-9,1; для фильтра 7-й гармоники — реактор РБА-10-300-7,2; для фильтра 11-й гармоники — РБА-10-400-3,1; для фильтра 13-й гармоники — реактор РБА-10-600-3.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Волжский Государственный Университет Водного Транспорта»

Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Оценочные средства по дисциплине «Основы электромагнитной совместимости»

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ Хватов О.С.

Н.Новгород

Вопросы для самоподготовки по дисциплине «Основы электромагнитной совместимости»
Раздел 2. Основные определения электромагнитной совместимости и электромагнитной обстановки.
Раздел 3. Электромагнитная обстановка на судах.
Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями (ПК-1)
Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В в соответствии с международными и национальными требованиями (ПК-4)
Способен устанавливать причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматики, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению (ПК-9)
Способен выбрать и, при необходимости, разработать рациональные нормативы эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и хранения судового и берегового электрооборудования и средств автоматики (ПК-15)
A-III/6-1.3. Эксплуатация генераторов и распределительных систем
A-III/6-1.4. Эксплуатация и техническое обслуживание силовых систем с напряжением выше 1 000 вольт
A-III/6-2.1. Техническое обслуживание и ремонт электрического и электронного оборудования
A-III/7-3.1. Содействие обращению с запасами

1. Основные определения электромагнитной совместимости, электромагнитной обстановки. Техническое использование, обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики.

2. Возникновение импульсных периодических коммутационных помех.

3. Возникновение перенапряжения в СЭЭС.

4. Возникновение непериодических импульсных коммутационных помех.

5. Распространение импульсных коммутационных помех в СЭЭС.

6. Влияние импульсных помех на судовое электронное и электрическое и электрическое оборудование. Техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В.

7. Снижение уровня импульсных помех В СЭЭС.

8. Защита оборудования от импульсных помех. Причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматики, мероприятия по их предотвращению.

9. Качество электрической энергии.

10. Электромагнитная обстановка на судах. Рациональные нормативы эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и хранения судового и берегового электрооборудования и средств автоматики.

11. Методы и способы обеспечения помехозащиты и оптимизации судовой электромагнитной обстановки.

12. Испытания и измерения в области электромагнитной совместимости.

ИТОГОВОЕ ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ

по дисциплине: «Основы электромагнитной совместимости» 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:

ПК-1 Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики в соответствии с международными и национальными требованиями

Базовый уровень:

1. Реверсивный преобразователь РП с раздельным управлением питает электродвигатель М привода. Какой вентильный комплект ВК работает в инверторном режиме в процессе реверса М?
1. отключаемый
2. включаемый
3. оба

2. Реверсивный преобразователь РП с раздельным управлением питает электродвигатель М привода. При каком условии включаемый вентильный комплект ВК имеет угол управления $\alpha > \pi/2$?
1. $E>0$
2. $E=0$
3. $E<0$

3. Реверсивный преобразователь РП с раздельным управлением питает электродвигатель М привода. В каком режиме работает включаемый вентильный комплект ВК в процессе реверса М?
1. выпрямительный

2. инверторный
3. выпрямительный затем инверторный
4. инверторный затем выпрямительный

4. Какое соотношение справедливо для реверсивного преобразователя РП с согласованным управлением?
1. $\alpha_1 + \alpha_2 = \pi/2$
2. $\alpha_1 = \pi/2 + \alpha_2$
3. $\alpha_1 = \pi - \alpha_2$

5. У реверсивного преобразователя РП с согласованным управлением питающего электродвигатель М привода $\alpha_1 < \pi/2$. Что произойдет с *n*вала М, если уменьшить α_2?
1. не изменится
2. уменьшится
3. увеличится

Повышенный уровень:

6. Выберите условия для работы вентильный комплект ВК в инверторном режиме:
1. $\alpha > \pi/2$
2. $E > 0$
3. совпадение фаз напряжения
4. все вышеперечисленные

7. Выберите параметры для контроля безопасной работы реверсивного преобразователя РП при раздельном управлении:
1. углы управления
2. ток нагрузки
3. напряжение нагрузки
4. ЭДС ВК

8. Верно ли утверждение: «При реверсе двигателя всегда происходит изменение режима работы обоих вентильных комплектах ВК»? Ответ обоснуйте	
Ответ	
Верно	
Неверно	

Высокий уровень:

9. Как определить, что реверсивный преобразователь РП работает нестабильно из-за неправильного угла управления?
Ответ

10. Какие признаки указывают на необходимость проверки системы охлаждения реверсивный преобразователь РП?
Ответ

ПК-4 Способен осуществлять безопасное техническое использование, техническое обслуживание, диагностирование и ремонт судового электрооборудования и средств автоматики на напряжение свыше 1000В в соответствии с международными и национальными требованиями

Базовый уровень:

1. Какое минимальное напряжение переменного тока в судовых электроэнергетических системах классифицируется как высоковольтное согласно правилам РМРС и международных классификационных обществ?

А) Свыше 220 В

Б) Свыше 380 В

В) Свыше 1000 В

Г) Свыше 6600 В

2. Какой тип огнетушащего вещества разрешено применять для тушения пожара в высоковольтной электроустановке под напряжением?

А) Вода с пенообразователем

Б) Углекислота (CO_2) или порошковые составы

В) Пенный раствор низкой кратности

Г) Водяной туман низкого давления

3. Какой прибор используется для контроля сопротивления изоляции высоковольтных цепей относительно корпуса судна?

А) Вольтметр переменного тока

Б) Амперметр с шунтом

В) Мегаомметр на напряжение 2500 В или стационарное УКИ

Г) Ваттметр трёхфазный

4. Какое обязательное требование предъявляется к средствам индивидуальной защиты при работе с высоковольтным оборудованием на судне?

А) Наличие сертификата соответствия и регулярная проверка диэлектрических свойств

Б) Окраска в сигнальный красный цвет для видимости

В) Изготовление только из металлических сплавов для прочности

Г) Хранение исключительно в машинном отделении

5. Какой документ регламентирует порядок допуска персонала к работам в высоковольтных электроустановках судна?

А) Судовая роль

Б) Инструкция по борьбе с загрязнением моря

В) Правила технической эксплуатации электроустановок и наряд-допуск

Г) Грузовой план судна

Повышенный уровень:

6. Вопрос с несколькими вариантами ответа. Какие из перечисленных мер входят в комплекс мероприятий по безопасному техническому обслуживанию высоковольтного оборудования?

А) Визуальный осмотр изоляторов на наличие трещин, загрязнений и следов перекрытия

Б) Измерение сопротивления изоляции мегаомметром с фиксацией результатов в журнале

В) Проведение испытаний на пробой изоляции рабочим напряжением без отключения

Г) Проверка силовых контактов с помощью тепловизора под нагрузкой

Д) Очистка оборудования водой под высоким давлением без обесточивания

7. Вопрос с утверждением. Ответьте «Да, верно» или «Нет, не верно».

Утверждение: Перед началом ремонтных работ в высоковольтной ячейке ГРЩ необходимо не только отключить выключатель, но и выкатить его в тестовое/отключенное положение, наложить заземление и вывесить плакаты безопасности.

А) Да, верно

Б) Нет, не верно

8. Вопрос на соответствие. Установите соответствие между элементами высоковольтной САЭЭС и требованиями безопасности при их обслуживании.

№	Элемент оборудования
1. Высоковольтный выключатель	А) Обязательная проверка сопротивления изоляции перед каждым включением после длительного простоя
2. Силовой высоковольтный кабель	Б) Контроль состояния дугогасительной среды (вакуум, элегаз) и механики привода

3. Высоковольтный электродвигатель	В) Прокладка в отдельных трассах, защита от механических повреждений, контроль бронированной оболочки
4. Трансформатор напряжения (ТН)	Г) Проверка целостности предохранителей в высоковольтной цепи и надёжности заземления корпуса
5. Система шин ГРЩ 6,6 кВ	Д) Регулярная очистка от пыли, проверка расстояний между токоведущими частями и корпусом, термоконтроль контактов

Высокий уровень:

9. Практическая ситуация.

При проведении планового технического обслуживания высоковольтного асинхронного двигателя (6,6 кВ) судового механизма вы измерили сопротивление изоляции обмоток и получили значение 0,3 МОм. Нормативное значение для эксплуатируемого оборудования — не менее 1 МОм.

Опишите ваши действия:

а) Какие возможные причины снижения сопротивления изоляции следует рассмотреть?

б) Какие дополнительные проверки и меры можно предпринять для уточнения состояния изоляции?

в) При каких условиях допускается временная эксплуатация двигателя, а когда требуется немедленный вывод в ремонт?

10. Вопрос на понимание эксплуатации.

Объясните, почему при диагностике высоковольтного электрооборудования на судне важно контролировать не только абсолютное значение сопротивления изоляции, но и коэффициент абсорбции (поляризационный индекс). Как эти параметры помогают электромеханику оценить степень увлажнения или старения изоляции и принять решение о допуске оборудования к работе?

ПК-9 Способен устанавливать причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматики, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению

Базовый уровень:

1. В однофазном однополупериодном выпрямителе перегорел вентиль. Как изменится среднее выпрямленное напряжение?
1. Увеличится
2. Не изменится
3. Уменьшится
4. Уменьш. до нуля

2. В однофазном однополупериодном выпрямителе произошёл пробой вентиля. Как изменится средний выпрямленный ток?
1. Увеличится
2. Не изменится
3. Уменьшится
4. Уменьш. до нуля

3. В однофазном нулевом выпрямителе перегорел вентиль V1. Как изменится коэффициент пульсации?
1. Увеличится
2. Не изменится
3. Уменьшится
4. Уменьш. до нуля

4. В однофазном мостовом выпрямителе перегорел вентиль V1. Как изменится анодный ток вентиля V4?
1. Увеличится
2. Уменьшится
3. Не изменится
4. Уменьш. до нуля

5. В однофазном нулевом выпрямителе произошёл пробой вентиля V1. Как изменится анодный ток вентиля V2?
1. Увеличится до max
2. Не изменится
3. Уменьшится
4. Уменьшится до нуля

Повышенный уровень:

6. Выберите все возможные последствия пробоя вентиля в однофазном выпрямителе:

1. уменьшение пульсаций
2. выход из строя трансформатора
3. выход из строя других вентилей
4. все вышеперечисленные

7. Какие признаки указывают на предстоящий отказ выпрямителя? Выберите все верные:

1. увеличение пульсаций
2. рост температуры
3. изменение выходного напряжения
4. изменение потребляемой мощности

8. Верно ли утверждение: «При пробое одного вентиля в однофазном нулевом выпрямителе происходит увеличение обратного напряжения на оставшемся вентиле»? Ответ обоснуйте.	
Ответ	
Верно	
Неверно	

Высокий уровень:

9. Как определить, что выпрямитель скоро выйдет из строя из-за перегрева?
Ответ

10. Какие признаки указывают на нарушение изоляции в выпрямителе?
Ответ

ПК-15 Способен выбрать и, при необходимости, разработать рациональные нормативы эксплуатации, технического обслуживания, ремонта и хранения судового и берегового электрооборудования и средств автоматики

Базовый уровень:

1. Какая система заземления нейтрали является основной для судовых сетей переменного тока напряжением до 1000 В согласно правилам Российского Речного Регистра (РРР) и Российского Морского Регистра Судоходства (РМРС)?

- А) Система с глухозаземлённой нейтралью (TN-S)
- Б) Система с изолированной нейтралью (IT-система)
- В) Система с заземлением через резистор (TN-C-S)
- Г) Система с заземлением через дугогасящий реактор

2. Какой прибор обеспечивает непрерывное наблюдение за состоянием изоляции судовых сетей без отключения потребителей от сети?

- А) Амперметр переменного тока
- Б) Устройство контроля изоляции (УКИ)
- В) Ваттметр
- Г) Частотомер

3. Какая минимальная степень защиты оболочки (IP) требуется для электрооборудования, устанавливаемого на открытых палубах судов речного и морского флота?

- А) IP20
- Б) IP44
- В) IP56
- Г) IP68

4. Как должно быть организовано электроснабжение рулевого устройства на морском судне для обеспечения безопасности плавания?

- **А) От одного основного генератора без резервирования**
- **Б) От двух независимых фидеров от главного щита и аварийного источника питания**
- **В) Только от аккумуляторной батареи**
- **Г) От береговой сети через трансформатор**

5. Каково предельно допустимое отклонение частоты переменного тока в судовой сети для нормальной эксплуатации электроприемников?

- А) ±1% от номинальной
- Б) ±5% от номинальной
- В) ±10% от номинальной
- Г) ±15% от номинальной

Повышенный уровень:

6. Какие параметры подлежат обязательному непрерывному мониторингу на главном распределительном щите (ГРЩ) судовой электростанции? (Выберите все верные варианты)

- А) Напряжение и частота тока на шинах
- Б) Ток нагрузки по каждой фазе работающих генераторов
- В) Температура охлаждающей воды двигателей генераторов
- Г) Сопротивление изоляции сети относительно корпуса
- Д) Цвет корпусов автоматических выключателей

7. Верно ли утверждение: «На судах допускается использование корпуса судна в качестве обратного провода для силовых цепей переменного тока с целью экономии кабельной продукции»?

- А) Верно
- Б) Неверно

8. Установите соответствие между объектом автоматизации на водном транспорте и контролируемым параметром системы электроснабжения:

	Объект автоматизации	**Контролируемый параметр**
	Судовой дизель-генератор	А) Напряжение на клеммах, ток заряда/разряда, температура электролита
	Гребной электродвигатель	Б) Частота вращения, температура обмоток, ток статора, давление масла
	Аккумуляторная батарея аварийного питания	В) Сопротивление изоляции кабельных трасс, ток КЗ
	Силовой кабель сети	Г) Ток, напряжение, частота, активная и реактивная мощность

Высокий уровень:

9. Опишите алгоритм наблюдения вахтенного электромеханика за параллельной работой судовых генераторов. Укажите: какие параметры необходимо выравнивать перед включением, как контролируется распределение активной и реактивной мощности в процессе работы и какие действия предпринимаются при перегрузке одного из генераторов.

10. Во время рейса на устройстве контроля изоляции (УКИ) сработала аварийная сигнализация «Низкая изоляция сети» (значение ниже 0,5 МОм). Опишите порядок действий экипажа по поиску места повреждения в судовой сети с изолированной нейтралью без обеспечения blackout'a (полного обесточивания судна). Укажите приоритетность отключения потребителей и меры безопасности.