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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б.1.В.Д06 Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации

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
Лабораторные работы	4 Часы	4
Практические занятия	4 Часы	4
СРС	83 Часы	83
Экзамен	9 Часы	9

2. Место дисциплины в структуре ООП

Код дисциплины	Наименование блока	Трудоемкость дисциплины, з.е.
Б1.В.06	Блок 1 Дисциплины (модули) (Часть, формируемая участниками образовательных отношений)	3

3. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	СРС	Экзамен	Всего
1	Раздел 1 Основные понятия и определения моделирования.	1 Часы	1 Часы	1 Часы	3 Часы		6 Часы
2	Раздел 2 Математические модели судового электрооборудования и средств автоматизации. Общие положения о математических моделях судового электрооборудования и средств автоматизации. Вращающиеся и неподвижные системы координат.	1 Часы	1 Часы	1 Часы	3 Часы		6 Часы
3	Раздел 3 Математическая модель синхронного генератора в неподвижных и вращающихся координатах, в физических и относительных единицах, в матричной форме. Упрощенная модель синхронного генератора.	1 Часы			5 Часы		6 Часы
4	Раздел 4 Математическая модель асинхронного двигателя в неподвижных и вращающихся координатах, в физических и относительных единицах, в матричной форме. Упрощенная модель асинхронного двигателя.	1 Часы			5 Часы		6 Часы
5	Раздел 5 Математические модели силового трансформатора напряжения и статических приемников электроэнергии.				6 Часы		6 Часы
6	Раздел 6 Математические модели полупроводниковых вентилей. Подходы к построению математических моделей полупроводниковых преобразователей электроэнергии.				6 Часы		6 Часы
7	Раздел 7 Математические модели машин постоянного тока в физических и относительных единицах.	1 Часы			5 Часы		6 Часы
8	Раздел 8 Компьютерное моделирование с применением современных прикладных пакетов моделирования.	1 Часы	1 Часы	1 Часы	3 Часы		6 Часы

9	Раздел 9 Компьютерное моделирование судовых электроэнергетических систем (СЭЭС). Общие сведения о моделировании СЭЭС. Компьютерное моделирование генераторных агрегатов.	1 Часы	1 Часы	1 Часы	3 Часы		6 Часы
10	Раздел 10 Компьютерное моделирование судового электропривода постоянного и переменного тока. Компьютерное моделирование статической нагрузки и преобразователей электроэнергии.	1 Часы			5 Часы		6 Часы
11	Раздел 11 Компьютерное моделирование гребных электрических установок (ГЭУ) Общие сведения о моделировании ГЭУ.				7 Часы		7 Часы
12	Раздел 12 Компьютерное моделирование ГЭУ постоянного тока. Компьютерное моделирование ГЭУ переменного тока с асинхронным и синхронным ГЭД.				7 Часы		7 Часы
13	Раздел 13 Компьютерное моделирование ГЭУ двойного рода тока. Компьютерное моделирование ГЭУ переменного тока с полупроводниковыми преобразователями электроэнергии.				25 Часы		25 Часы

4. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции		
1	Раздел 1 Основные понятия и определения моделирования.	ПК-9.(ИДК: ПК-9.З.1;)	УК-2(ИДК: УК-2.З.1;УК-2.В.1;УК-2.У.1;)	
2	Раздел 2 Математические модели судового электрооборудования и средств автоматизации. Общие положения о математических моделях судового электрооборудования и средств автоматизации. Вращающиеся и неподвижные системы координат.	УК-2(ИДК: УК-2.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.1;)	
3	Раздел 3 Математическая модель синхронного генератора в неподвижных и вращающихся координатах, в физических и относительных единицах, в матричной форме. Упрощенная модель синхронного генератора.	УК-2(ИДК: УК-2.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.1;)	
4	Раздел 4 Математическая модель асинхронного двигателя в неподвижных и вращающихся координатах, в физических и относительных единицах, в матричной форме. Упрощенная модель асинхронного двигателя.	УК-2(ИДК: УК-2.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.1;)	
5	Раздел 5 Математические модели силового трансформатора напряжения и статических приемников электроэнергии.	УК-2(ИДК: УК-2.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.1;)	
6	Раздел 6 Математические модели полупроводниковых вентилей. Подходы к построению математических моделей полупроводниковых преобразователей электроэнергии.	УК-2(ИДК: УК-2.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.1;)	
7	Раздел 7 Математические модели машин постоянного тока в физических и относительных единицах.	УК-2(ИДК: УК-2.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.1;)	
8	Раздел 8 Компьютерное моделирование с применением современных прикладных пакетов моделирования.	УК-2(ИДК: УК-2.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.1;)	
9	Раздел 9 Компьютерное моделирование судовых электроэнергетических систем (СЭЭС). Общие сведения о моделировании СЭЭС. Компьютерное моделирование генераторных агрегатов.	УК-2(ИДК: УК-2.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.1;)	
10	Раздел 10 Компьютерное моделирование судового электропривода постоянного и переменного тока. Компьютерное моделирование статической нагрузки и преобразователей электроэнергии.	УК-2(ИДК: УК-2.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.1;)	
11	Раздел 11 Компьютерное моделирование гребных электрических установок (ГЭУ) Общие сведения о моделировании ГЭУ.	УК-2(ИДК: УК-2.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.1;)	
12	Раздел 12 Компьютерное моделирование ГЭУ постоянного тока. Компьютерное моделирование ГЭУ переменного тока с асинхронным и синхронным ГЭД.	УК-2(ИДК: УК-2.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.1;)	
13	Раздел 13 Компьютерное моделирование ГЭУ двойного рода тока. Компьютерное моделирование ГЭУ переменного тока с полупроводниковыми преобразователями электроэнергии.	УК-2(ИДК: УК-2.В.1;)	ПК-9.(ИДК: ПК-9.У.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 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, определять и осуществлять 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 устанавливать причины отказов судового и берегового электрооборудования и средств автоматики, определять и осуществлять мероприятия по их предотвращению
2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.З.1 режимы работы проекта на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.У.1 управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.В.1 навыками управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

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	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
2	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

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) Стул (2 ед.); Парты (41 ед.); Мультимедийное оборудование (1 ед.) (768))	565,768
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	Москаленко, В.В.;Электрический привод;учебник;Москаленко, В.В.-М.,Академия; <null> ;	2 007	Текст	47
3	Коробко, Г.И.;Моделирование элементов судовых электроэнергетических систем;метод.указания к выполн.лабор.работ для студ.очн.и заочн.обучения спец.180404;Коробко, Г.И.Попов, С.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 011	Текст	224

4	Коробко, Г.И.;Моделирование судовых синхронных генераторов и систем их возбуждения;метод.указания по выполн.лабор.работ для студ.очн.и заочн.обучения спец.180404;Коробко, Г.И.Попов, С.В.-Н.Новгород,ВГАВТ; <null> ;	2 012	Текст	243
5	Коробко, Г.И.;Моделирование замкнутых систем регулирования частоты вращения электропривода постоянного тока;метод.указания по выполн.лабор.работ для студ.очн.и заочн.обучения спец.180407;Коробко, Г.И.Лебедев, В.В.-Н.Новгород,ВГУВТ; <null> ;	2 015	Текст	40
6	Коробко, Г.И.;Моделирование замкнутых систем регулирования частоты вращения электропривода постоянного тока;метод.указания по выполн.лабор.работ для студ.очн.и заочн.обучения спец.180407;Коробко, Г.И.Лебедев, В.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 015	Электронный ресурс	0
7	Коробко, Г.И.;Моделирование элементов судовых электроэнергетических систем;метод.указания к выполн.лабор.работ для студ.очн.и заочн.обучения спец.180404;Коробко, Г.И.Попов, С.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 011	Электронный ресурс	0
8	Коробко, Г.И.;Моделирование судовых синхронных генераторов и систем их возбуждения;метод.указания по выполн.лабор.работ для студ.очн.и заочн.обучения спец.180404;Коробко, Г.И.Попов, С.В.-Н.Новгород,<null>; <null> ;http://94.100.87.24:8080/marcweb/	2 012	Электронный ресурс	0
9	Фролов, Ю.М.;Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу;учебное пособие;Фролов, Ю.М.Шелякин, В.П.-СПб.,Лань; URL: https://e.lanbook.com/reader/book/168386/#2 (дата обращения: 16.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. ;<null>	2 012	Электронный ресурс	0
10	Фролов, Ю.М.;Проектирование электропривода промышленных механизмов;учебное пособие;Фролов, Ю.М.Шелякин, В.П.-Санкт-Петербург,Лань; URL: https://reader.lanbook.com/book/211517#3 (дата обращения: 20.05.2022) ;<null>	2 022	Электронный ресурс	0
11	Никитенко, Г.В.;Электропривод производственных механизмов;учебное пособие;Никитенко, Г.В.-Санкт-Петербург,Лань; URL: https://reader.lanbook.com/book/211190#1 (дата обращения: 16.05.2022) ;<null>	2 022	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-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1	А-III/6-2.1.,А-III/6-2.2.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	Промежуточная аттестация	Экзамен	Длительность подготовки 45 минут, 26 билетов.	Незнание или непонимание обучающимся основного материала; на большую часть вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов	Знания имеют фрагментарный характер, отличаются поверхностностью и малой содержательностью; содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные вопросы билета; нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала	Знания имеют достаточный содержательный уровень, однако отличаются слабой структурированностью; раскрыто содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы; недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета	Знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; обучающийся свободно владеет научными понятиями; логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; обучающийся демонстрирует умение вести диалог и вступать в научную дискуссию
2	ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1	А-III/6-2.1.,А-III/6-2.2.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	Текущий контроль	Контрольная работа	Длительность подготовки 45 минут	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-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1	А-III/6-2.1.,А-III/6-2.2.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	Текущий контроль	Контрольная работа	Длительность подготовки 45 минут	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
4	ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1	А-III/6-2.1.,А-III/6-2.2.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	Текущий контроль	Контрольная работа	Длительность подготовки 45 минут	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
5	ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1	А-III/6-2.1.,А-III/6-2.2.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	Текущий контроль	Контрольная работа	Длительность подготовки 45 минут	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
6	ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1	А-III/6-2.1.,А-III/6-2.2.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	Текущий контроль	Контрольная работа	Длительность подготовки 45 минут	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

7	ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1	А-III/6-2.1.,А-III/6-2.2.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	Текущий контроль	Тест	Длительность подготовки 15 минут, 5 вариантов по 5 вопросов	0-49% правильных ответов	50-69% правильных ответов	70-89% правильных ответов	90-100% правильных ответов
8	ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1	А-III/6-2.1.,А-III/6-2.2.	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14	Промежуточная аттестация	Итоговый тест	Длительность подготовки 25 минут, 20 вопрос.	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»

Билеты для экзамена по дисциплине «Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации»

Формирует компетенции ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ  Хватов О.С.

Н.Новгород



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Основные понятия и определения

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Классификация математических моделей.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Принципы моделирования

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Основные этапы моделирования, методы и алгоритмы.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Опишите структурную схему системы стабилизации частоты вращения дизельного двигателя.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Расскажите о назначении ПИД-регулятора и принципе его работы.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Укажите особенности переходного процесса в контуре с П-регулятором.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Укажите особенности переходного процесса в контуре с И-регулятором.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Укажите особенности переходного процесса в контуре с ПИ-регулятором.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Нарисуйте АЧХ замкнутого контура с ПИ-регулятором

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Укажите особенности переходного процесса в контуре с ПИД-регулятором.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 12
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Нарисуйте АЧХ и ФЧХ ПИД-регулятора.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Расскажите порядок настройки ПИД-регулятора.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Структурная схема модели неявнополюсного синхронного генератора (СГ).

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Структурная схема модели явнополюсного синхронного генератора (СГ).

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Опишите структурную схему системы стабилизации напряжения синхронного генератора.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Моделирование электропривода постоянного тока.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Моделирование электропривода переменного тока.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Функциональная схема систем управления ЭП

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Принципы построения систем регулирования ЭП.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Типовые структуры систем автоматического управления электроприводом.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 22
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Принципы организации обратных связей в САУ ЭП.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 23
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Моделирование систем следящего электропривода

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 24
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Система с подчиненным регулированием и особенности ее работы.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 25
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. Двухконтурные системы регулирования и их особенности.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волжский государственный университет водного транспорта»
(ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

Ул. Нестерова, 5 Н. Новгород, 603950
МГТК 8312 Тел. 419-79-51
Факс 419-78-61
E-MAIL:rector@vgavt.nnov.su

Кафедра “Электротехника и электрооборудование объектов водного транспорта”
VI семестр III курса
Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 26
по дисциплине "Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики".

1. ЛАЧ и ЛФЧ характеристики дифференцирующего звена.

Зав. кафедрой профессор Хватов О.С.

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

«Волжский Государственный Университет Водного Транспорта»

Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Задание 1 по дисциплине «Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации»

Формирует компетенции ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ итов О.С.

Н.Новгород

1. ЗАДАНИЕ НА МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Задание на моделирование

Таблица вариантов

№ п/п	$n_н$ [об/мин]	$P_н$ [кВт]	[%]	GD^2 [кгс·м^2]	L_q [Гн]	[с]
1	1000	4,2	74,5	0,31	0,052	0,01
2	1000	5,0	77	0,38	0,064	0,012
3	1000	7,0	80,5	0,56	0,076	0,015
4	1000	8,5	83	0,65	0,089	0,018
5	1500	7,4	80	0,31	0,032	0,01
6	1500	8,8	82	0,38	0,034	0,018
7	1500	12	83	0,56	0,042	0,012
8	1500	16	84	0,65	0,053	0,014
9	3000	6,1	77	0,134	0,051	0,01
10	3000	8,0	81,5	0,154	0,057	0,14
11	3000	11	84,5	0,178	0,063	0,018
12	3000	14,5	85	0,313	0,078	0,02

Номинальное напряжение $U_{ЯН}$ = 220 В.

Максимальные напряжения задания, управления и обратной связи ($U_{ЗС}$, $U_{ЗТ}$, $U_У$, $U_{ОС}$) составляют 10 В.

Коэффициент передачи преобразователя

$$\kappa_П = \frac{U_И}{U_у} = \frac{220}{10} = 22.$$

$$\eta$$

1.1. Моделирование одноконтурной системы регулирования частоты вращения

1. В соответствии с заданием (см. таблицу) составить схему моделирования и рассчитать параметры ее элементов.

2. Подать на вход ступенчатое воздействие величиной 0,1–0,2 от $U_{ЗС}$ через апериодическое звено с постоянной времени 0,01 с. Оценить переходный процесс и при необходимости скорректировать параметры регулятора скорости (РС) для настройки контура на технический оптимум.

3. Сформировать ступенчатое возмущающее воздействие в виде момента сопротивления ($M_С$ = 0,1$M_Н$). Оценить переходный процесс.

4. Сделать выводы по полученным результатам. Оформить отчет.

1.2. Моделирование двухконтурной системы подчиненного регулирования частоты вращения

1.2.1. Моделирование контура регулирования тока якоря

1. В соответствии с заданием (см. таблицу) составить схему моделирования и рассчитать параметры ее элементов при настройке контура на модульный оптимум.

2. Подать на вход ступенчатое воздействие величиной 0,1–0,2 от $U_{зт\ max}$, соответствует $I_{я\ max}$= 2$I_{ян}$, через апериодическое звено с постоянной времени 0,01 с. Оценить характер переходного процесса и при необходимости скорректировать параметры РТ.

3. Сформировать ступенчатое возмущающее воздействие по частоте вращения величиной 0,2–0,3 от $\omega_Н$, подать его в систему через апериодическое звено с постоянной времени 0,1 с. Оценить переходный процесс в контуре регулирования тока для случая, когда $U_{зт}$ = 0,5$U_{зт\ max}$.

4. Сформировать линейно нарастающее возмущающее воздействие величиной ±0,5$\omega_н$ и временем нарастания 0,1–0,2 с и подать его в систему (величина $U_{зт}$ = 0,5$U_{зт\ max}$). Оценить переходный процесс.

5. Сделать выводы по результатам моделирования. Оформить отчет.

1.2.2. Моделирование контура регулирования скорости

1. В соответствии с заданием составить схему моделирования и рассчитать параметры ее элементов для настройки контура на модульный оптимум. Замкнутый контур регулирования тока представить апериодическим звеном с постоянной времени $a_T T_\mu$.
2. Подать на вход ступенчатое воздействие величиной 0,1–0,2 $U_{зс\ max}$ через апериодическое звено с постоянной времени 0,01 с. Оценить характер переходного процесса, при необходимости скорректировать параметры регулятора скорости.
3. Сформировать ступенчатое возмущающее воздействие по моменту нагрузки на валу электродвигателя величиной 0,2 $M_Н$ и подать его в систему. Оценить характер переходного процесса.
4. Выполнить пункты 1.2 и 3 для настройки контура регулирования скорости на симметричный оптимум.
5. Сделать выводы по результатам моделирования и оформить отчет.

2. Примеры расчета моделей

2.1. Расчет одноконтурной системы регулирования частоты вращения

Исходные данные
Номинальная мощность $P_Н$ = 11 кВт,
Номинальная скорость $n_Н$ = 3000 об/мин,
Индуктивное сопротивление якоря $L_Я$ = 0,03 Гн,
Коэффициент полезного действия $\eta_Н$ = 85%,
Маховый момент GD^2 = 0,31 кгс·м^2,
Малая постоянная времени T_μ = 0,01 с,
Напряжения управления и обратной связи $U_У$, $U_{ОС}$ = 10 В,
Коэффициент передачи преобразователя $\kappa_П$ = 22.

Номинальная частота вращения:

$$\omega_н = \frac{\pi \cdot n_н}{30} = \frac{3{,}14 \cdot 3000}{30} = 314 \left[\text{рад} \diagup \text{с} \right].$$

Номинальный момент вращения:

$$M_Н = \frac{P_Н}{\omega_Н} = \frac{11000}{314} = 35 \left[\text{Н} \cdot \text{м} \right].$$

Коэффициент обратной связи:

$$\kappa_{ос} = \frac{U_{ос}}{\omega_н} = \frac{10}{314} = 0{,}032.$$

Постоянная двигателя:

$$c\Phi = \frac{U_н - I_н \cdot R_я}{\omega_н} = \frac{220 - 58{,}8 \cdot 0{,}28}{314} = 0{,}64 \left[\text{В} \cdot \text{с} \right].$$

Мощность электрическая:

$$P_{ЭЛ} = \frac{P_Н}{\eta_Н} = \frac{11000}{0{,}85} = 12941 \left[\text{Вт} \right].$$

Номинальный ток:

$$I_Н = \frac{P_{ЭЛ}}{U_Н} = \frac{12941}{220} = 58{,}8 \left[\text{А} \right].$$

Сопротивление:

$$R_я = \frac{\Delta P_{ЭЛ}}{I_я^2} = \frac{\frac{P_{ЭЛ} - P_Н}{2}}{I_я^2} = \frac{\frac{12941 - 11000}{2}}{3457{,}44} = \frac{970{,}5}{3457{,}44} = 0{,}28 \left[\text{Ом} \right].$$

Электромеханическая постоянная времени:

$$T_м = \frac{J}{\beta} = \frac{0{,}76}{1{,}46} = 0{,}52 \left[\text{с} \right].$$

Модуль жесткости:

$$\beta = \frac{\left(c\Phi \right)^2}{R_я} = \frac{0{,}64^2}{0{,}28} = \frac{0{,}4}{0{,}28} = 1{,}46.$$

Момент инерции:

$$J = \frac{GD^2}{4} \cdot 9{,}8 = \frac{0{,}31}{4} \cdot 9{,}8 = 0{,}76.$$

Электромагнитная постоянная времени:

$$T_э = \frac{L_я}{R_я} = \frac{0{,}03}{0{,}28} = 0{,}107 \ [\text{с}].$$

Передаточная функция регулятора скорости:

$$W_{РС} = \frac{1}{T_И p} + \frac{T_М}{T_И} + \frac{T_М T_э p}{T_И}.$$

Постоянная интегрирования:

$$T_И = \frac{cФ}{к_П \cdot к_{ОС}} \cdot aT_\mu = \frac{0{,}64}{22 \cdot 0{,}032} \cdot 2 \cdot 0{,}01 = \frac{0{,}0128}{0{,}704} = 0{,}0182;$$

$$W_{РС} = \frac{1}{0{,}018 \cdot p} + 29 + 3p.$$

Передаточная функция преобразователя:

$$\frac{к_П}{1 + T_\mu p} = \frac{22}{1 + 0{,}01p}.$$

Передаточная функция электромагнитной части двигателя:

$$\frac{\frac{1}{R_я}}{1 + T_э p} = \frac{\frac{1}{0{,}28}}{1 + 0{,}11p} = \frac{3{,}57}{1 + 0{,}11p}.$$

Передаточная функция механической части двигателя:

$$\frac{R_я}{(cФ)^2 \cdot T_М p} = \frac{0{,}28}{0{,}64^2 \cdot 0.52p} = \frac{1}{0{,}76p}.$$

Схема модели и результаты моделирования представлены на рис. 2.1.

а

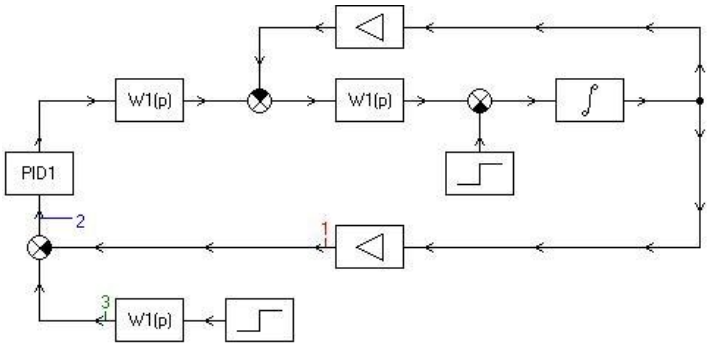


Рис. 2.1. Схема модели (*а*) и результаты моделирования (*б*)

б

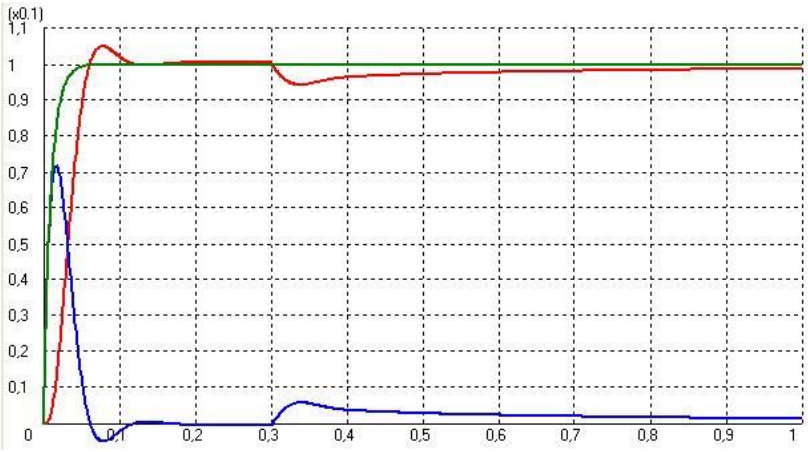


Рис. 2.1. Окончание

2.2. Расчет двухконтурной системы подчиненного регулирования частоты вращения

При расчете будем использовать полученные ранее в п. 2.1 значения параметров электродвигателя и преобразователя.

2.2.1. Контур регулирования тока якоря

Передаточная функция объекта регулирования тока в соответствии с (8):

$$W_{ОРТ} = \frac{\kappa_{П}}{1 + T_{\mu} p} \cdot \frac{1/R_{Я\Sigma}}{T_{Я} p + 1} = \frac{22}{1 + 0{,}01p} \cdot \frac{3{,}57}{(1 + 0{,}11p)}.$$

Передаточная функция регулятора тока в соответствии с (10):

$$W_{РТ} = \frac{(T_{Я} p + 1)}{T_{ИТ} p} = \frac{(1 + 0{,}11p)}{0{,}134p},$$

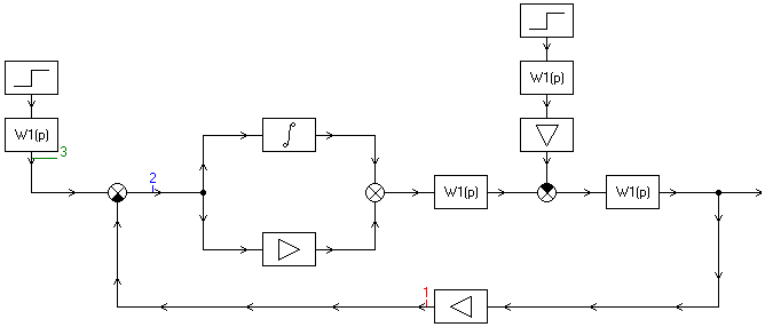
где

$$T_{ИТ} = \frac{\kappa_{ОТ} \cdot \kappa_{П}}{R_{Я\Sigma}} \cdot a_{т} T_{\mu} = \frac{0{,}085 \cdot 22}{0{,}28} \cdot 2 \cdot 0{,}01 = 0{,}134;$$

$$\kappa_{ОТ} = \frac{U_{ЗТ\max}}{I_{Я\max}} = \frac{10}{2 \cdot 58{,}8} = 0{,}085 \qquad (I_{Я\max} = 2 \cdot I_{Н}).$$

Схема модели и результаты моделирования показаны на рис. 2.2.

а



б

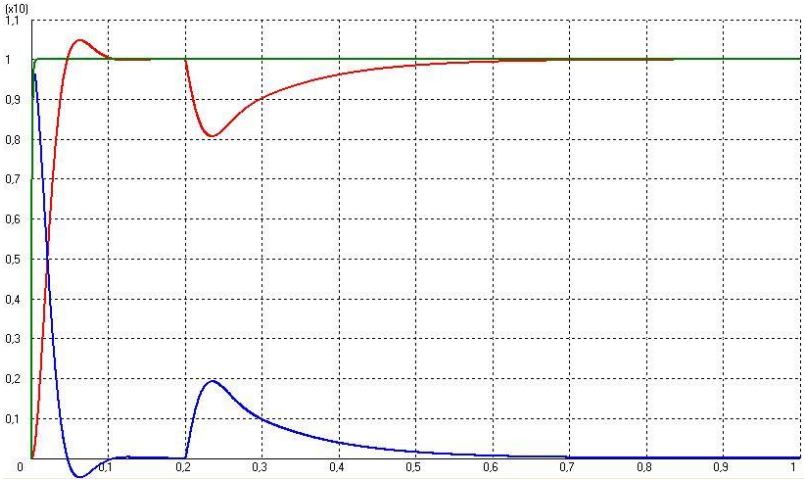


Рис. 2.2. Схема модели (*а*) и результаты моделирования (*б*)

2.2.2. Контур регулирования частоты вращения

Передаточная функция объекта регулирования скорости в соответствии с (21):

$$W_{ОРС} = \frac{c\Phi / \kappa_{ОТ}}{a_T T_\mu + 1} \cdot \frac{1}{\beta \cdot T_M p} = \frac{0{,}64 / 0{,}085}{(0{,}02p + 1)} \cdot \frac{1}{1{,}46 \cdot 0{,}52p} = \frac{7{,}5}{1 + 0{,}02p} \cdot \frac{1}{0{,}76p}.$$

Передаточная функция регулятора скорости при настройке контура на модульный оптимум (23):

$$W_{PC} = \frac{\kappa_{OT} \cdot T_M \cdot \beta}{a_C \cdot a_T \cdot T_\mu \cdot \kappa_{OC} \cdot c\Phi} = \frac{0{,}085 \cdot 0{,}52 \cdot 1{,}46}{2 \cdot 2 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}032 \cdot 0{,}64} = 79.$$

Схема модели в соответствии с рис. 1.6 и результаты моделирования представлены на рис. 3.3.

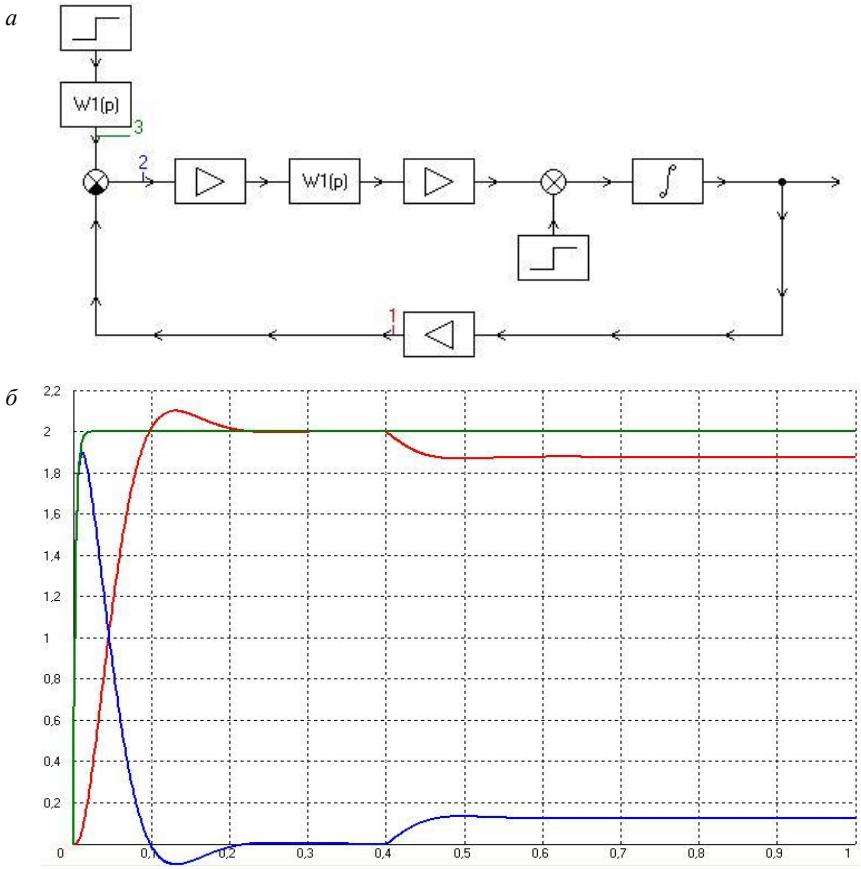


Рис. 2.3. Схема модели (*а*) и результаты моделирования (*б*)

Передаточная функция регулятора скорости при настройке контура на симметричный оптимум (см. рис. 1.7):

$$W_{PC} = \frac{1 + T_K p}{T_И p} = \frac{1 + 0{,}08p}{0{,}001p},$$

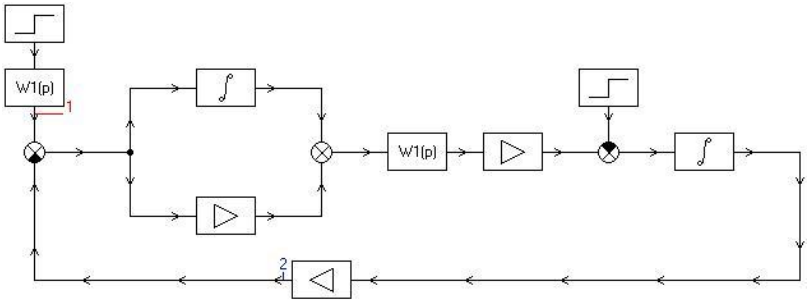
где

$$T_K = 8 \cdot T_\mu = 0{,}08;$$

$$T_и = \frac{32 \cdot T_\mu^2 \cdot \kappa_{ос} \cdot cФ}{\kappa_{от} \cdot \beta \cdot T_м} = \frac{32 \cdot (0{,}01)^2 \cdot 0{,}032 \cdot 0{,}64}{0{,}085 \cdot 1{,}46 \cdot 0{,}52} = 0{,}001.$$

Схема модели в соответствии с рис. 1.8 и результаты моделирования представлены на рис. 3.4.

а



б

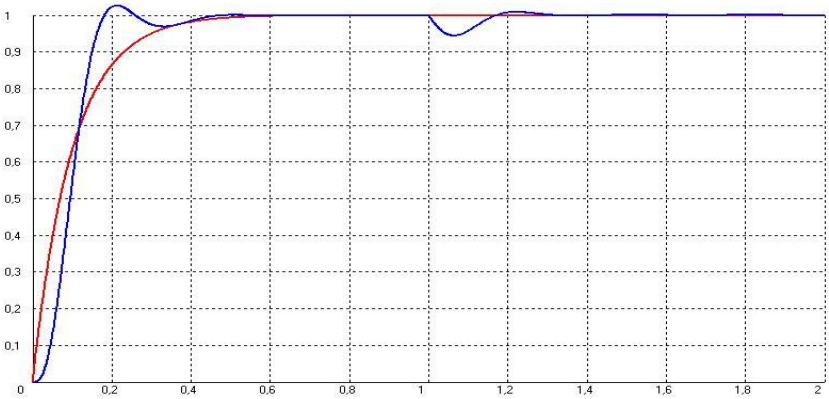


Рис. 2.4. Схема модели (*а*) и результаты моделирования (*б*)

Коробко Г.И., Лебедев В.В. Моделирование замкнутых систем регулирования частоты вращения электропривода постоянного тока: метод. Указания по выпол. Лабор. Работ для студ. Оч. И заоч. Обуч. Специальности 180407 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» / сост.- Г.И. Коробко, В.В. Лебедев. – Н.Новгород: Изд-во ФГБОУ ВО «ВГУВТ», 2015. – 33 с.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Волжский Государственный Университет Водного Транспорта»

Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Задание 2 по дисциплине «Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации»

Формирует компетенции ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ  Хватов О.С.

Н.Новгород

Задание 2.

2. ЗАДАНИЕ НА МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ СТАБИЛИЗАЦИИ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ДГ-АГРЕГАТА

2.1. Моделирование одноконтурной системы стабилизации частоты вращения ДГ-агрегата

2.1.1. По данным, приведенным в табл. 2.1 рассчитать и составить структурную схему актуатора.

2.1.2. Задавая на входе актуатора ступенчатое воздействие (0,1 $U_{Уmax}$) получить переходную характеристику α=f(t), по которой определить коэффициент передачи и постоянные времени актуатора представив его апериодическим звеном второго порядка.

2.1.3. Рассчитать параметры и собрать структурную схему модели системы стабилизации частоты вращения ДГ-агрегата. Для задания передаточной функции актуатора использовать результаты, полученные в п.3.1.2.

2.1.4. Рассчитать параметры ПД-регулятора частоты вращения, компенсирующего механическую постоянную времени актуатора и обеспечивающего получение переходного процесса соответствующего настройке контура на модульный оптимум.

2.1.5. Задать на входе системы ступенчатое воздействие равное $0{,}1U_{3max}$, установив после задатчика апериодическое звено с постоянной времени T=0,001 с. Оценить переходный процесс при отсутствии ограничителя на выходе актуатора и при необходимости скорректировать параметры регулятора частоты вращения.

2.1.6. Повторить п.2.1.5 при наличии ограничителя угла поворота актуатора.

2.1.7. Для скорректированной системы сформировать на входе линейно нарастающее задающее воздействие, имитирующее режим разгона ДГ-агрегата. Установить время разгона до ω_{max}=0,5 с, и сохранить апериодическое звено на выходе задатчика, увеличив его постоянную времени до 0,02 с. Определить статическую и установившуюся динамическую ошибки по задающему воздействию.

2.1.8. Ввести в систему возмущающее воздействие в виде скачка момента нагрузки – $M_Н$ составляющего 0,6 и 0,8 от величины номинального момента дизеля – $M_{НД}$. Проанализировать влияние нагрузки на точность поддержания частоты вращения.

2.1.9. Оценить влияние увеличения коэффициента пропорционального усиления и уменьшения постоянной времени дифференцирования регулятора на изменение основных параметров переходного процесса.

2.1.10. Рассчитать параметры ПИД-регулятора частоты вращения для настройки системы на модульный оптимум и выполнить п.2.1.5 и 2.1.6 задания.

2.1.11. Выполнить п.2.1.7 и 2.1.8 задания для ПИД-регулятора частоты вращения.

2.1.12. Оценить влияние увеличения коэффициента пропорционального усиления и уменьшения постоянной времени интегрирования регулятора на изменения основных показателей переходного процесса.

2.1.13. Сделать заключение по результатам моделирования одноконтурной системы.

2.2. Моделирование двухконтурной системы стабилизации частоты вращения ДГ-агрегата

2.2.1. Рассчитать параметры и составить структурную схему модели системы регулирования угла поворота вала актуатора. Определить параметры регулятора при настройке системы на модульный оптимум.

2.2.2. Задавая на входе системы ступенчатое воздействие величиной $0{,}1\alpha_{Зmax}$ проконтролировать переходный процесс на выходе системы и оценить его основные параметры. При отклонении параметров переходного процесса от оптимальных скорректировать параметры регулятора.

2.2.3. Подобрать параметры динамического звена, которым можно с достаточной точностью заменить замкнутый контур регулирования угла поворота актуатора.

2.2.4. Рассчитать и составить структурную схему системы стабилизации частоты вращения (внешний контур регулирования) заменив внутренний замкнутый контур $W_{\alpha ЗАМ}$ звеном с параметрами определенными в п.2.2.3.

2.2.5. Подобрать параметры регулятора частоты вращения для настройки контура на модульный оптимум. Проконтролировать переходный процесс при скачке задания ($0{,}1U_{Зmax}$) при отсутствии и наличии ограничителя на выходе актуатора. При необходимости скорректировать параметры регулятора частоты вращения.

2.2.6. Выполнить п.2.1.7, 2.1.8 и 2.1.12 для двухконтурной системы. Проконтролировать полученные результаты

2.2.7. Дать обоснование заключения по результатам моделирования и оформить отчет.

Основные параметры и формулы для их расчета

$U_{Уmax}=10\ В$

$\alpha_{max} = 1\ рад$

$U_{ДЧВmax} = U_{ДУПmax} = 10\ В$

$T_{ОСα} = 2\ мс$

$$K_Д = \frac{10 \cdot \omega_Н}{M_{ДН}} \left[\frac{рад/с}{Н \cdot м} \right]$$

$$\tau = \frac{1}{\omega_Н \cdot N} [с]$$

$$K_{ОС} = \frac{U_{ДЧВ\,max}}{\omega_Н} \left[\frac{В \cdot с}{рад} \right]$$

$$K_Т = \frac{M_{ДН}}{\alpha_{max}} \left[\frac{Н \cdot м}{рад} \right]$$

$$K_{ОСα} = \frac{U_{ДУП\,max}}{\alpha_{max}} \left[\frac{В}{рад} \right]$$

Коробко Г.И., Попов С.В. Моделирование элементов судовых электроэнергетических систем. Указания по выпол. Лабор. Работ для студ. Оч. И заоч. Обуч. Специальности 180404 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» / сост.- Г.И. Коробко, С.В. Попов. – Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2011. – 36 с.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Волжский Государственный Университет Водного Транспорта»

Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Задание 3 по дисциплине «Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации»

Формирует компетенции ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ  Хватов О.С.

Н.Новгород

Задание 3

3. ЗАДАНИЕ НА МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА И СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

Моделирование производится с использованием моделирующей программы «SumSim», в которой можно наиболее просто реализовать модель неявнополюсного синхронного генератора.

При моделировании используются относительные единицы, когда все переменные являются безразмерными, а их номинальные значения определяются единичными векторами.

Для реализации моделей необходимо иметь набор параметров синхронного генератора, значения которых определяются из таблицы вариантов (табл. 3.1) в соответствии с номером зачетной книжки.

Таблица 3.1

Таблица вариантов

Параметр	Номер последней цифры зачетной книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Порядковый номер генератора (табл.3.2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{ВНОМ}$ *[В]*	110	220	110	220	110	220	110	220	110	220
$I_{ВНОМ}$ *[А]*	24	50	30	60	27	55	25	48	26	52
$L_{ВНОМ}$ *[Гн]*	1,5	2,1	1,6	1,7	1,9	2,0	1,8	2,2	1,4	2,3
K_a	0,96	0,92	0,9	0,89	0,99	0,91	0,93	0,92	0,94	0,97
Значение нагрузки по модулю	1 0,6 0,4	1 0,7 0,3	1 0,65 0,35	1 0,75 0,45	1 0,55 0,25	1 0,73 0,38	1 0,62 0,28	1 0,71 0,4	1 0,63 0,3	1 0,68 0,35

Этапы моделирования

1. Первоначально моделируются отдельно взятый синхронный генератор с целью определения основных параметров его векторной диаграммы для различных значений нагрузок, как по модулю, так и по характеру. Нагрузку следует представлять апериодическим звеном первого порядка, параметры которого рассчитываются для значений *cosφ 1*; *0,8* и *0,3*. Величины нагрузок для каждого варианта приведены в табл. 3.1. Параметры передаточных функций обмоток статора и возбуждения определяются по соответствующим значениям параметров r_a и x_σ для статора и I_{BH}, U_{BH} и L_B для ротора.

2. После выполнения необходимых расчетов составить схему модели СГ без учета кривой намагничивания. Предусмотреть в модели начальную нагрузку генератора активно-индуктивным током при *cosφ=0,8*, величина которого составляет 3÷5 % от номинального значения.

Предусмотреть в схеме плавное нарастание тока возбуждения по линейному закону до номинального значения. Включение нагрузок производить после выполнения этого условия. В цепях действия реакции якоря, включение нагрузки и звена учитывающего падение напряжения в обмотке статора установить апериодические звенья с постоянными времени *0,005*; *0,002*; *0,01 с* соответственно.

3. Смоделировать переходный процесс в генераторе при набросе активной (*cosφ=1*) номинальной (*cosφ=0,8*) и существенно реактивной (*cosφ=0,3*) нагрузок для их различным по модулю значений. Проанализировать результаты моделирования. Построить векторные диаграммы для единичной по модулю нагрузки для различных значений *cosφ*. Сделать выводы.

4. Произвести моделирование замкнутой системы регулирования (стабилизации) напряжения СГ для системы, построенной по принципу отклонения напряжения генератора от номинального значения.

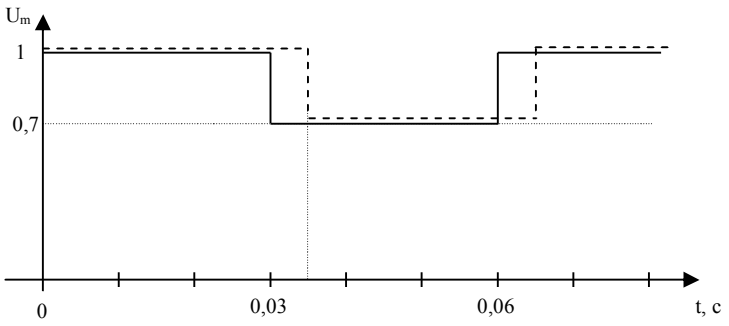
Для этого смоделировать устройство, позволяющее преобразовать переменное напряжение генератора в постоянное. Для его реализации использовать выражение:

$$U_m = u_m \cdot \sqrt{(\sin \omega t)^2 + (\cos \omega t)^2},$$

где сигнал $u_m \cdot sin\omega t$ - исходный вектор напряжения на зажимах генератора, а сигнал $u_m \cdot cos\omega t$ – аналогичный по амплитуде, но сдвинутый на 90˚ вектор.

Операцию сдвига обеспечить стандартным элементом сдвига ⊢⊣ либо дифференцирующим звеном с параметрами передаточной функции выражения (1.11).

5. Составить модели устройств преобразования напряжения генератора по первому и второму вариантам, подав одновременно на их входы синусоидальный сигнал следующей амплитуды:



Оценить форму и динамические характеристики выходного сигнала двух устройств для различных моментов сброса и наброса входного напряжения, при наличии на их выходах фильтров первого порядка с постоянной времени *0,005 с*.

Выбрать оптимальный вариант устройства и обосновать свой выбор.

6. Составить структурную схему замкнутой системы регулирования (стабилизации) выходного напряжения генератора построенной по принципу отклонения.

Ввести в систему апериодическое звено, учитывающее инерционность обмотки возбуждения генератора.

Предложить тип и составить модель регулятора напряжения (П, ПИ, ПИД, ПД) обосновав свой выбор и рассчитать параметры регулятора.

7. Провести моделирование переходных процессов в замкнутой системе при набросе различных по характеру нагрузок аналогично разомкнутой системе. Варьируя параметры регулятора напряжения подобрать оптимальный переходный процесс.

Оценить динамические и статические характеристики системы. Сделать выводы.

Таблица 3.2

Технические характеристики
судовых синхронных генераторов электроэнергии
переменного тока частотой *50 Гц, $U_н$=400 В, cosφ=0,8*.

№ п/п	Тип генератора	*S, кВА*	*P, кВт*	R_a, *Ом*	x_σ	x_d''	x_q''	T_d''
1	МСС 82-4	62,5	50	0,07	0,086	0,16	0,17	0,004
2	МСС 91-4	94	75	0,045	0,075	0,17	0,2	0,0016
3	МСС 92-4	125	100	0,026	0,07	0,17	0,19	0,0017
4	МСС 102-4	200	160	0,02	0,067	0,14	0,19	0,0019
5	МСС 103-4	250	200	0,009	0,05	0,13	0,18	0,0022
6	МСК 83-4	62,5	50	0,06	0,081	0,143	0,171	0,0035
7	МСК 91-4	94	75	0,05	0,089	0,185	0,246	0,0083
8	МСК 92-4	125	100	0,03	0,078	0,176	0,217	0,0014
9	МСК 102-4	188	150	0,02	0,076	0,124	0,136	0,0076
10	МСК 103-4	250	200	0,013	0,055	0,176	0,176	0,0075

3. ПРИМЕР МОДЕЛИРОВАНИЯ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА И ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ЕГО НАПРЯЖЕНИЯ

При построении моделей синхронных генераторов (СГ) с использованием моделирующей программы «Sam Sim» наиболее просто можно реализовать модель неявнополюсного СГ. Как было показано выше, в этом случае не требуется моделировать узлы, позволяющие реально вычислить составляющие реакции якоря по продольной и поперечной осям, что необходимо для явнополюсного генератора.

Моделирование проще производить с использованием относительных единиц, когда все переменные являются безразмерными, а их номинальные значения определяются единичными векторами. Для реализации модели необходимо иметь следующие параметры синхронного генератора:

$P_{НОМ}$ – номинальная мощность, [кВт];

$U_{НОМ}$ – номинальное напряжение, [В];

$I_{НОМ}$ – номинальный ток статора, [А];

r_a – активное сопротивление обмотки статора, [Ом];

x_σ – индуктивное сопротивление рассеивания статора, [Ом];

$U_{ВНОМ}$ – номинальное напряжение возбуждения, [В];

$K_ф$ – допустимая величина форсировки напряжения возбуждения ($U_{Bmax}/U_{ВНОМ}$);

$I_{ВНОМ}$ ($R_В$) – номинальный ток (сопротивление) обмотки возбуждения;

L_B – индуктивное сопротивление обмотки возбуждения;

f – номинальная частота вырабатываемого напряжения;

$cos\varphi_{НОМ}$ – номинальный косинус φ;

K_a – коэффициент реакции якоря.

Величины K_E и K_F будут иметь единичные значения. Кривая намагничивания строится по данным из таблицы 1.1.

На первом этапе моделируется отдельно синхронный генератор с целью определения основных параметров его векторной диаграммы для различных значений нагрузки, как по модулю, так и по характеру.

Для этого определяются постоянные времени и параметры передаточных функций обмоток статора, и возбуждения, а также параметры передаточных функций нагрузки для случая активной ($cos\varphi \approx 1$), номинальной ($cos\varphi_{ном}=0,8$) и существенно индуктивной ($cos\varphi=0,3$) для их различных значений по модулю (2÷3 значения).

В качестве примера выберем генератор со следующими параметрами:

$P_{НОМ}$=100 кВт ($S_{НОМ}$=125 кВА), $U_{НОМ}$=400 В, $I_{НОМ}$=180 А, $U_{ВНОМ}$=110 В, $I_{ВНОМ}$=26 А, $L_В$=1,4 Гн, f=50 Гц, $cos\varphi_{НОМ}$=0,8, $K_а$=1,0, $r_а$=0,03 Ом, x_σ=0,154 Ом.

Для данного генератора определяем:

1) параметры обмотки возбуждения

$$R_{ВНОМ} = \frac{U_{ВНОМ}}{I_{ВНОМ}} = \frac{110}{26} \approx 4Ом$$

$$T_В = \frac{L_В}{R_{ВНОМ}} = \frac{1,4}{4} = 0,35с$$

$$W_В = \frac{1}{1 + 3,5 \cdot p}$$

2) параметры обмотки статора

$W_а = r_а^*(1 + T_а \cdot p)$ - эквивалентное относительное внутреннее сопротивление статора,

$r_а^* = \frac{r_а}{z_б} = \frac{0,03}{2,2} = 0,014$, (где $z_б = \frac{U_{НОМ}}{I_{НОМ}} = \frac{400}{180} = 2,2Ом$)

$$T_а = \frac{L_а}{r_а} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{0,03} = 0,017с$$

$L_а = \frac{x_\sigma}{\omega} \cdot \frac{0,154}{314} = 0,5мГн$, тогда

$$W_а = 0,04(1 + 0,017 \cdot p)$$

3) параметры активной нагрузки

$W_a=1;\ 0,7;\ 0,4$.

4) параметры нагрузки с номинальным $cos\varphi=0,8$

$$W_{НОМ}=\frac{1}{z_{НОМ}}=\frac{1/R^*_{НОМ}}{1+T_{НОМ}\cdot p}$$, здесь

$R^*_{НОМ}=0,8\cdot z^*_{НОМ}\ (z_{НОМ}=1);\ R_{НОМ}=R^*_{НОМ}\cdot z_б=0,8\cdot 2,2=1,76[Ом]$

$x^*_{НОМ}=0,6\cdot z_{НОМ}=0,6[о.е.];\ x_{НОМ}=x^*_{НОМ}\cdot z_б=0,6\cdot 2,2=1,32[Ом]$

$$L_{НОМ}=\frac{x_{НОМ}}{\omega_{НОМ}}=\frac{1,32}{314}=4,2мГн;\quad T_{НОМ}=\frac{L_{НОМ}}{R_{НОМ}}=\frac{4,2\cdot 10^{-3}}{1,76}=0,0023с$$

Тогда для нагрузок *1*; *0,7* и *0,4* от номинального значения будем иметь:

$$W_{Н1}=\frac{1,25}{(1+0,0023p)}$$

$$W_{Н0,7}=\frac{0,87}{(1+0,0023p)}$$

$$W_{Н0,4}=\frac{0,5}{(1+0,0023p)}$$

5) параметры нагрузки с $cos\varphi=0,3$

$$W_p=\frac{1}{z^*}=\frac{1/R^*}{1+T_p\cdot p}$$

$R^*_р=0,3\cdot z^*_{НОМ}=0,3;\ R_р=R^*_р\cdot z_б=0,3\cdot 2,2=0,66[Ом]$

$x^*_р=0,95\cdot z_{НОМ}=0956[о.е.];\ x_р=x^*_р\cdot z_б=0,95\cdot 2,2=2,1[Ом]$

$$L_р=\frac{x_р}{\omega_{НОМ}}=\frac{2,1}{314}=6,7мГн;\quad T_р=\frac{L_р}{R_р}=\frac{6,7\cdot 10^{-3}}{0,66}=0,01с$$

Тогда для нагрузок *1*; *0,7* и *0,4* от номинальной будем иметь:

$$W_{Р1}=\frac{3,3}{(1+0,01p)}$$

$$W_{р0,7}=\frac{2,5}{(1+0,01p)}$$

$$W_{р0,4}=\frac{1,25}{(1+0,01p)}$$

Модель синхронного неявнополюсного генератора, используемая для определения параметров его векторной диаграммы, а также для построения внешних характеристик для различных нагрузок показана на рис. 3.1.

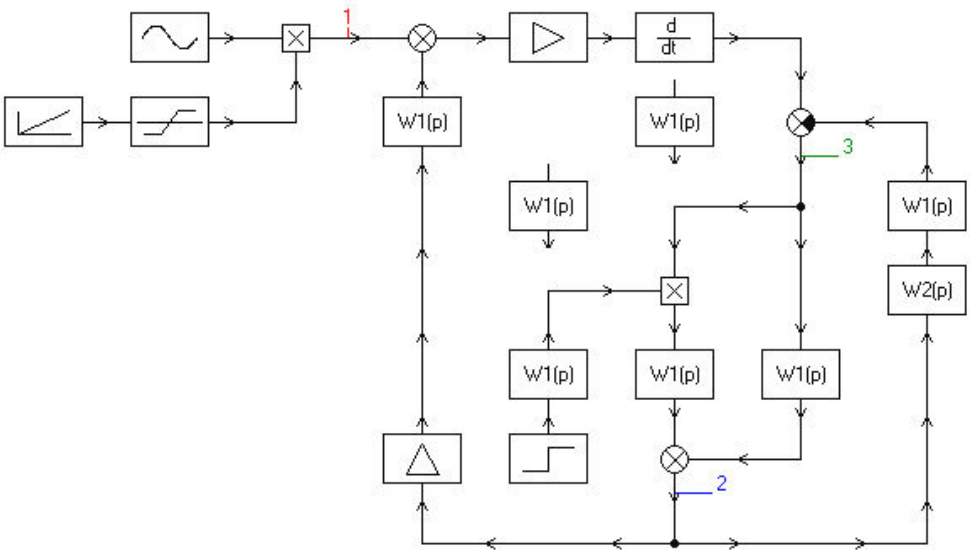


Рис. 3.1. Структурная схема модели неявнополюсного синхронного генератора

Как видно из схемы модели, в ней отсутствует нелинейный элемент иллюстрирующий кривую намагничивания СГ. Необходимость в его использовании отпадает, вследствие работы генератора при токе возбуждения равном номинальному, то есть практически в зоне линейного участка кривой намагничивания, когда поток изменяется в пределах от $(1 \div 0{,}5)\Phi_{НОМ}$.

В схеме предполагается начальная загрузка генератора активно-индуктивным током при $cos\varphi=0{,}8$, величина которого составляет $(3 \div 5)$% от номинального тока. Этот факт используется для лучшей визуализации результатов при набросе основной нагрузки.

Подключение основной нагрузки производится после того, как возбуждение генератора и его магнитный поток достигли номинального уровня, поскольку используется режим плавного нарастания тока возбуждения.

На рис. 3.2 представлен переходный процесс в генераторе при набросе активной нагрузки. Приведенные диаграммы позволяют оценить величину снижения напряжения на зажимах генератора.

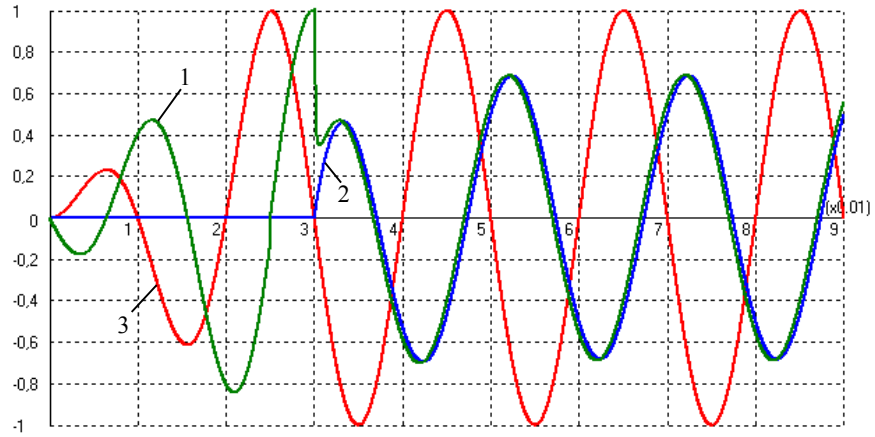


Рис. 3.2. Переходный процесс в генераторе при *cosφ=1*

На рис. 3.3 показан переходный процесс при набросе нагрузки с номинальным *cosφ=0,8*, а на рис. 3.4 для существенно индуктивной нагрузки (*cosφ=0,3*).

Как видно из представленных диаграмм с уменьшением cosφ происходит снижение напряжения генератора.

Из диаграмм видно, что получение номинального тока генератора при выбранных номинальных значениях нагрузки не представляется возможным, следовательно, необходимо либо уменьшать величину эквивалентного сопротивления нагрузки, либо увеличивать ток возбуждения генератора.

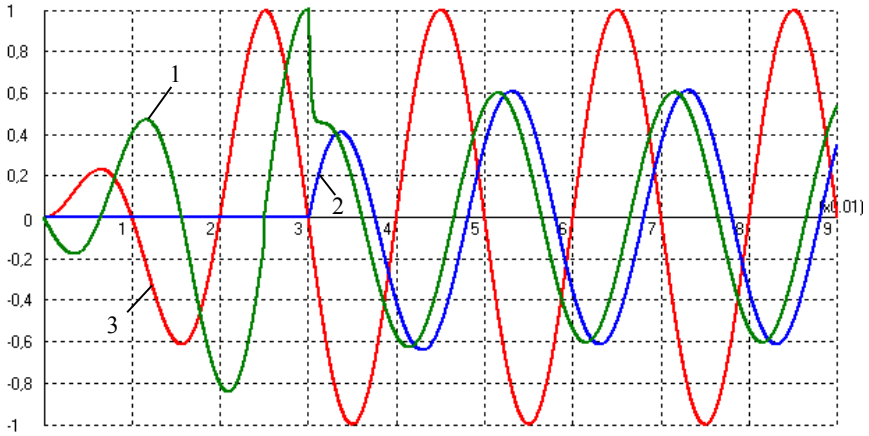


Рис. 3.3. Переходный процесс в генераторе при *cosφ=0,8*

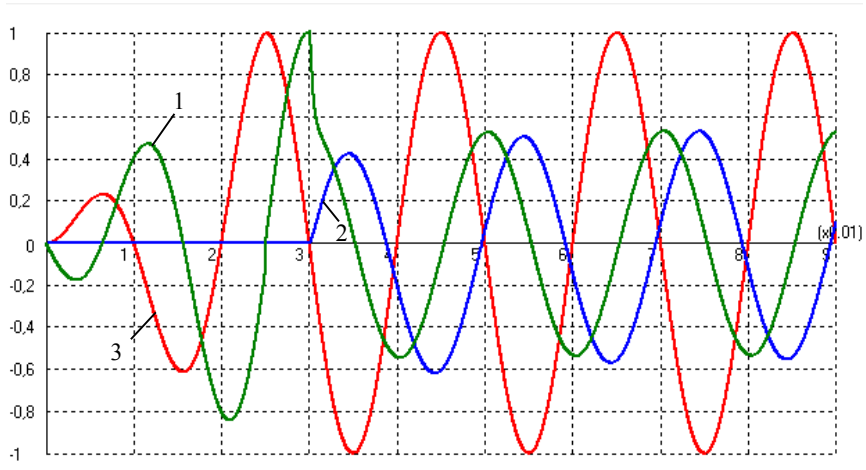


Рис. 3.4. Переходный процесс в генераторе при *cosφ=0,3*

Моделирование замкнутой системы регулирования возбуждения, обеспечивающей стабилизацию напряжения на зажимах генератора производилось для системы, построенной по принципу отклонения напряжения генератора $U_Г$ от номинального значения $U_{НОМ}$. Для этого был смоделирован блок, позволяющий преобразовать переменное напряжение генератора в постоянное.

Возможны два варианта такого устройства, основанные на использовании выражения:

$$U_m = u_m \sqrt{(\sin \omega t)^2 + (\cos \omega t)^2} \qquad (3.1)$$

Здесь сигнал $u_m \cdot sin\omega t$ – есть исходное напряжение на зажимах генератора, а вектор $u_m \cdot cos\omega t$ – сдвинутый на 90° аналогичный по амплитуде вектор (см. рис. 1.9). Для реализации операции сдвига (на 90°) можно применить стандартный элемент сдвига или дифференцирующее звено с параметрами передаточной функции определяемое выражением (1.11).

Модели двух этих устройств и устройство задания входного сигнала изменяющегося скачком, сначала в сторону уменьшения, а затем возвращающегося к первоначальному значению представлены на рис. 3.5.

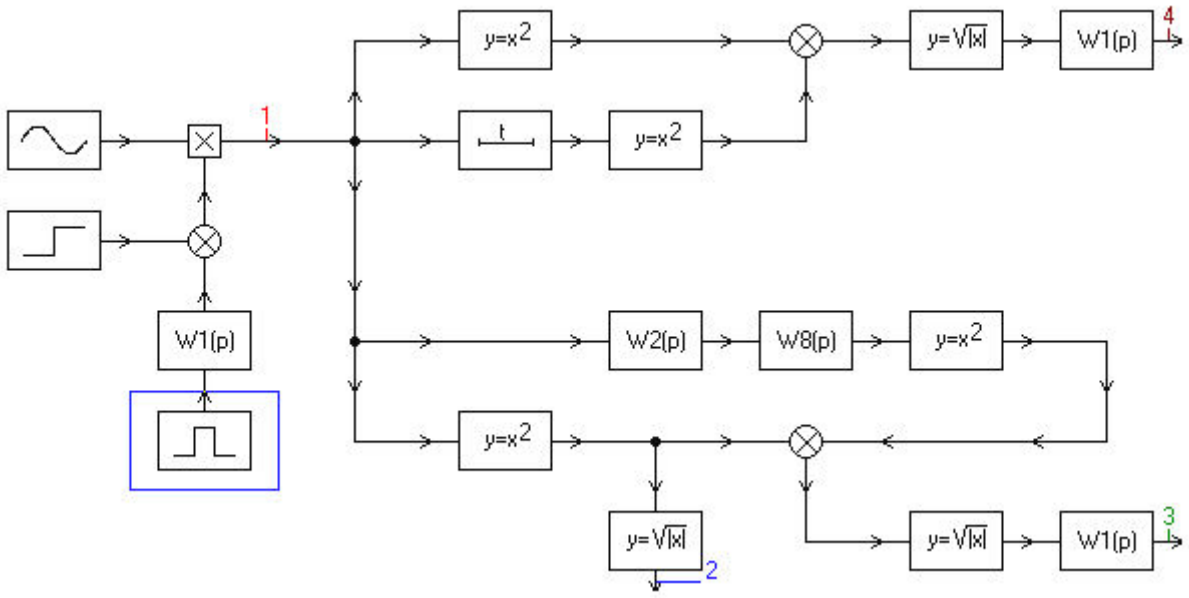


Рис. 3.5. Структурная схема модели устройств
преобразования напряжения генератора

На рис. 3.6 показаны диаграммы изменения сигналов в контрольных точках модели для сброса и наброса входного сигнала.

Модель замкнутой системы с выбранным устройством измерения $U_Г$ в соответствии с выражением (1.10) представлен на рис. 3.7.

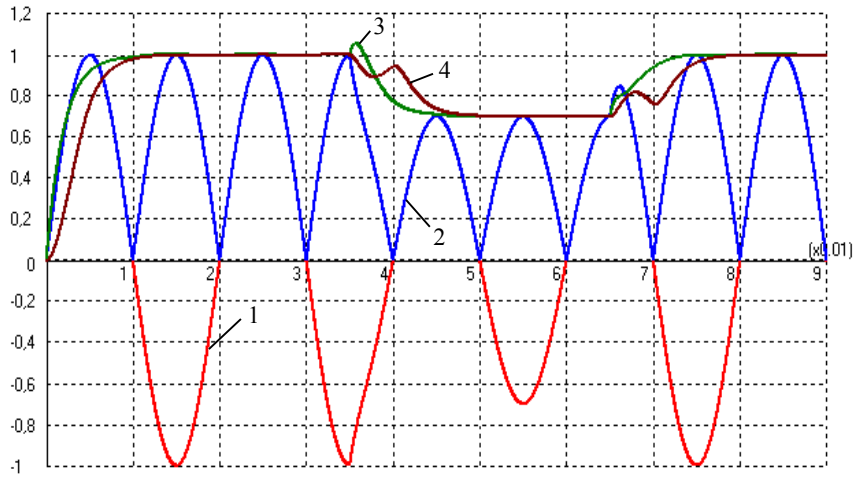


Рис. 3.6. Переходный процесс в преобразователе
на базе дифференцирующего устройства и устройства сдвига для t=0,035 с

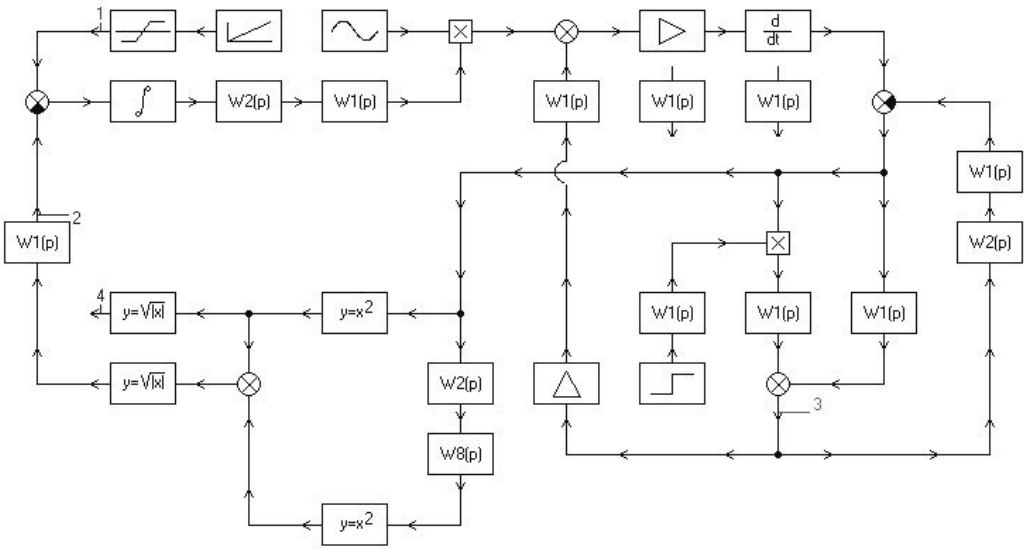


Рис. 3.7. Структурная схема моделей замкнутой системы регулирования напряжения генератора

Результаты моделирования замкнутой системы при набросе различных нагрузок, аналогично разомкнутой системе представлены на рис. 3.8÷3.10.

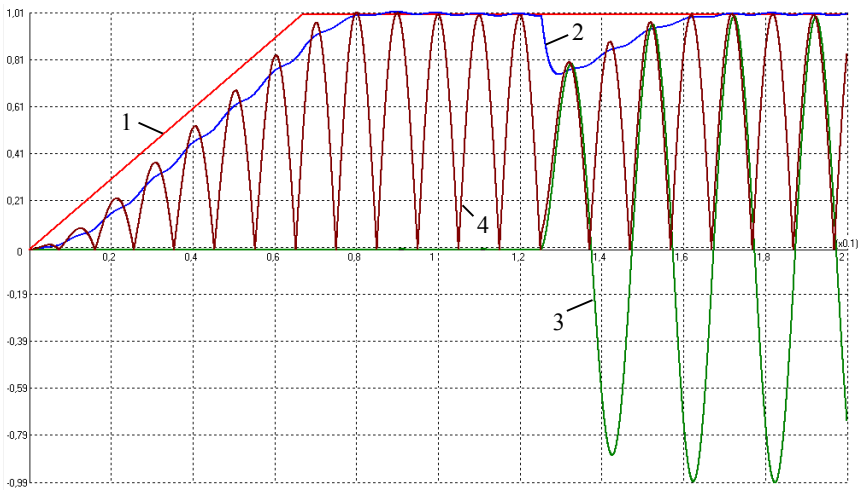


Рис. 3.8. Переходный процесс в генераторе при набросе нагрузки с *cosφ=1*

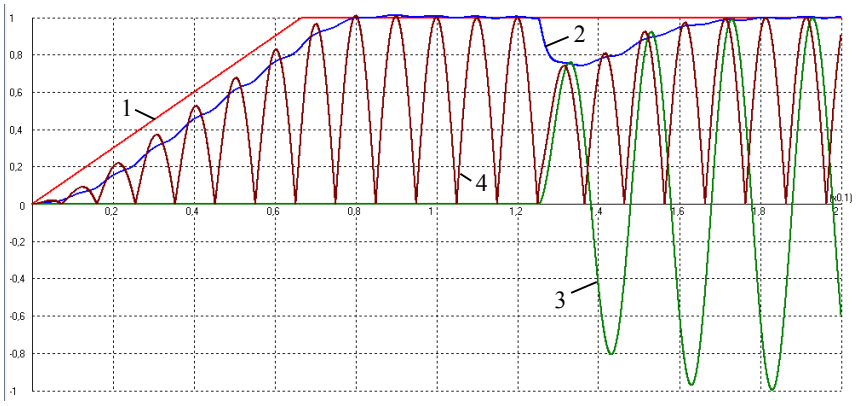


Рис. 3.9. Переходный процесс в генераторе при набросе нагрузки с *cosφ=0,8*

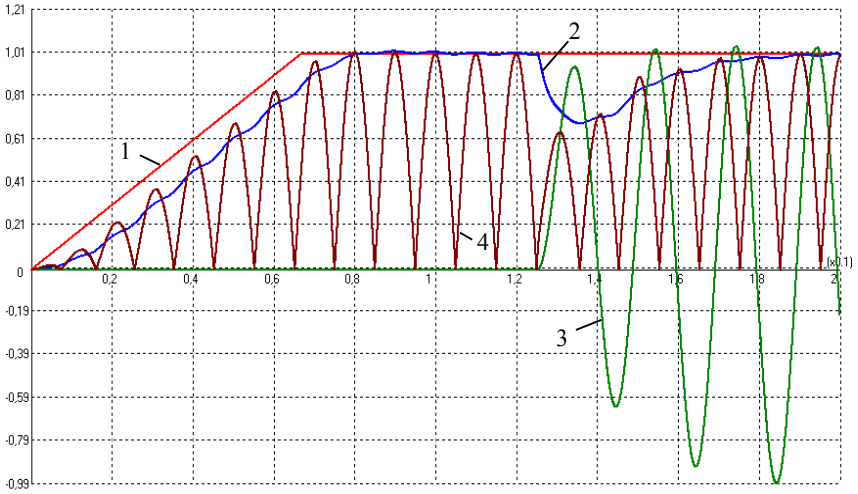


Рис. 3.10. Переходный процесс в генераторе при набросе нагрузки с *cosφ=0,3*

Коробко Г.И., Попов С.В. Моделирование судовых синхронных генераторов и систем их возбуждения. Указания по выпол. Лабор. Работ для студ. Оч. И заоч. Обуч. Специальности 180404 / сост.- Г.И. Коробко, С.В. Попов. – Н.Новгород: Изд-во ФБОУ ВПО «ВГАВТ», 2012. – 36 с.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Волжский Государственный Университет Водного Транспорта»

Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Задание 4 по дисциплине «Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации»

Формирует компетенции ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ  Хватов О.С.

Н.Новгород

Задание 4

В соответствии с указанным вариантом, используя данные таблиц 4 -7 :

1. Рассчитать параметры звеньев структурной схемы АВК (рис.24).

2. Рассчитать параметры регуляторов тока и скорости для:

а) однократно-интегрирующей САР по скорости;

б) двукратно-интегрирующей САР по скорости.

3. Определить для однократно-интегрирующей САР статистическую ошибку при отработке САР сигнала по возмущению.

4. Проверить и с помощью ЭВМ правильность настройки контуров регулирования (тока и скорости) на соответствующий оптимум (модульный, симметричный).

Основные параметры АД

Таблица 4

	Тип	АОК2 -61-4	АОК2 -72-4	АК2 -82-6	АК2 -82-6	АК2 -92-4	АК2 -102-4	АК13 -46-4	АК13 -59-4	АКН16 -54-10
Двигатель	$P_{Н}$,кВт	10	22	40	55	100	160	630	1000	1000
	n, об/мин	1420	1430	975	1440	1450	1455	985	1485	590
	$U_{1Н}$, В				380				6000	
	$I_{1Н}$, А	21.6	4.52	78	108	198	299	73	112	230
	$E_{2К}$, В	160	275	165	160	235	292	730	1095	1040
	$I_{2Н}$, А	40	50.1	455	200	275	346	540	555	1140
	$K_{в}=\frac{U_1}{E_{2К}}$	2.38	1.38	2.3	2.38	1.62	1.3	8.2	5.5	5.8
	$r_1^{'}$, Ом	0.27	0.1	0.06	0.038	0.0206	0.035	0.71	0.31	0.13
	r_1^{1}, Ом	0.047	0.052	0.011	0.0067	0.008	0.02	0.01	0.013	0.0048

	r_2 ,Ом	0.018	0.066	0.012	0.009	0.012	0.0095	0.011	0.01	0.016
	$x_р$,Ом	0.6	0.82	0.183	0.11	0.135	0.13	0.206	0.2	0.075
	$L_р$,мГн	1.9	2.6	0.58	0.35	0.42	0.415	0.655	0.635	0.24
	cos φ	0.82	0.83	0.85	0.84	0.85	0.88	0.89	0.91	0.9
	ι , %	85	88.5	9.15	91	90.5	92.9	93	94	93.5
	$\frac{M_{max}}{M_н}$	2	2	1.8	2	2	2	2	2	2

Основные технические данные преобразователей типа ПАВК

Таблица 5

Тип преобразователя	Номинальная мощность, кВт	Параметры роторной цепи				Параметры комплекта	
		Линейное напряжение при минимальной скорости, В	Номинальный ток фазы, А	Максимальный ток фазы, А	Частота, Гц	Линейное напряжение, В	Частота, Гц
ПАВК-400-630-У4	360	350	630	1000	5-50	400	50
ПАВК400х2-630-У4	720	700	630	1000	5-50	400	50
ПАВК-400-1250-У4	720	350	1250	2000	5-50	400×2	50
ПАВК400х2-1250-У4	1440	700	1250	2000	50-50	400×2	50

* Питание от двух трансформаторов, гальванически не связанных по низкой стороне

Основные технические данные преобразователей типа ПАВК

Продолжение таблицы 5

Тип преобразователя	Параметры комплекта								
	Выпрямитель			Инвертор			Сглаживающий дроссель		
	Номинальное выпрямленное напряжение, В	Номинальный выпрямленный ток, А	Максимальный выпрямленный ток, А	Номинальное выпрямленное напряжение, В	Номинальный выпрямленный ток, А	Максимальный выпрямленный ток, А	Тип дрос-селя	Номинальный ток, А (последовательное соединение обмоток)	Индуктивность, мГ (последовательное соединение обмоток)
ПАВК-400-630-У4	500	800	1280	460	800	1280	ФРОС-800-У4	800	2
ПАВК-400х2-630-У4	1000	800	1280	460	800	1280	ФРОС-800-У4	800	2
ПАВК-400-1250-У4	500	1600	2560	460х2	1600	2560	ФРОС-200-У4	2000	0,8
ПАВК-400х2-1250-У4	1000	1600	2560	460х2	1600	2560	ФРОС-200-У4	2000	0,8

Основные технические данные выпрямительно-инверторных агрегатов типа АТД

Таблица 6

Тип агрегата	U сети, В	Номин. ток ротора, А	Макс. ток ротора, А	Номин. мощность, кВт	$r_{др}$, Ом	$x_{др}$, Ом	$L_{др}$ мГн	$r_{с}$, Ом	$x_{С}$, Ом	Масса
АТДЕ2-50/380Р-2У4	380	50	88	30	0,1	2,36	7,5	0,0208	0,094	500
АТДЕ2-100/380Р-У4	380	100	175	60	0,0042	0,69	2,2	0,005	0,0545	550
АТДП2-100/380Р-2У4	380	160	280	90	0,062	0,425	1,35	0,0208	0,094	
АТДП2-100/320Р-2У4	380	320	500	180	0,017	0,236	0,75	0,0085	0,078	

Основные технические данные выпрямительно-инверторных агрегатов типа ПРБУ

Тип агрегата	U сети,В	Номинальный ток фазы ротора и статора, А	Максимальный ток фазы ротора и статора, А	Номинальная мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Вид охлаждения воздуха
ПРБУ-380-50	380	50	88	11	2400x800x800	Естественное
ПРБУ-380-100	380	100	160	40	2400x800x800	Естественное
ПРБУ-380-160	380	160	280	60	2400x800x800	Принудительное
ПРБУ-380-320	380	320	500	100	2400x800x800	Принудительное

Основные технические данные согласующих трансформаторов

Таблица 7

Тип	S, кВА	U		Потери		I_{xx} %	$e_к$, %	$r_т$, Ом	$x_т$, Ом	$Z_т$, Ом	$I_{2тн}$, А
		$U_{1т}$ кВ	$U_{2т}$ В	хх, Вт	кз, Вт						
ТСЗ-160/10-65	160	6	230	800	2700	4	5,5	0,00416	0,0177	0,0188	400
ТСЗ-250/10-65	250	6	400	1000	3800	3,5	5,5	0,00723	0,0208	0,0220	360
ТСЗ-400/10-65	400	6	230	1300	5400	3	5,5	0,00137	0,0072	0,0073	1000
ТСЗ-630/10-65	630	6	400	2000	7300	3	5,5	0,00213	0,0139	0,0140	910
ТСЗ-1000/10-65	1000	6	400	3000	11200	2,5	5,5	0,00131	0,0087	0,0878	1445
ТС-650/10	560	6	230	3500	7400	3,0	5,3	0,00065	0,0052	0,0052	1410
ТМ-160/6-10-66	160	6	230	540	2650	2,4	4,5	0,0044	0,0145	0,0148	400
ТМ-250/6-10-66	250	6	400	780	3700	2,3	4,5	0,0075	0,0278	0,0288	360
ТМ-400/10-65	400	6	230	1600	5600	3	4,5	0,0014	0,0059	0,00596	1000
ТМ-630/10-64	630	6	400	2400	8000	3	5,5	0,00226	0,0138	0,014	910
ТМ-1000/10-63	1000	6	400	3500	13000	3	5,5	0,00158	0,00865	0,00878	1445

Основные технические данные сглаживающих дросселей

Тип дросселя	Номинальный ток, А	Индуктивность, мГн	Макс. Ток, до которого сохраняется значение индуктивности, А	Потери, Вт
ФРОС-800-У4	800	2	1600	1500
ФРОС-2000-У4	2000	0,8	4000	3300

Пример расчета

Необходимо рассчитать:

1. Параметры звеньев структурной схемы АВК (рис.24).

2. Параметры регуляторов тока и скорости однократно-интегрирующей САР скорости АВК, принципиальная схема которой изображена на рис. 26.

За рабочую точку принимаем точку с $I_d = I_{dH}$; S = 0,5

Расчет проводим для АВК с АД типа АК2-92-4 со следующими данными:

$P_н$ = 100 кВт	$E_{2г}$ = 235 В	$X_р$ = 0,135 Ом	$r_с$ = 0,085 Ом
$\omega_н$ = 152 $с^{-1}$	cos $\varphi_{1н}$ = 0,85	λ = 2	$X_с$ = 0,078 Ом
U_1 = 220/380 В	$I_{2н}$ = 275 А	r'_1 = 0.008 Ом	
J = 4,5 кг $м^2$	$I_{1н}$ = 343/198 А	$K_е$ = 1,62	r_2 = 0,0122 Ом

В качестве выпрямительного – инверторного агрегата выбран преобразователь типа АТДП2-320/380Р-2У4 (табл.6).

1. Передаточная функция динамического звена согласно (62):

$$W_1(p) = \frac{1}{Jp} = \frac{1}{4{,}5p}.$$

2. Передаточная функция динамического звена электромеханического преобразования согласно (66):

$$W_2(p) = C_{м_0} = \frac{K_1}{\omega_0}\left(E_{2K} - \sqrt{2} I_{dH} X_р\right) =$$

$$\frac{1{,}35}{157}\left(235 - 1{,}41 \cdot 3360{,}135\right) = 1{,}47 \ \frac{Н \cdot м}{А},$$

где $I_{dH} \sim 1{,}22\ I_{2H} = 1{,}22 \cdot 275 = 336$ А.

3. Передаточная функция динамического звена цепи выпрямленного тока согласно (69):

$$W_3(p) = \frac{1}{R_Э(T_Э p + 1)},$$

где

$$\begin{aligned} R_Э &= 2r_p + \frac{3X_p s}{\pi} + 2r_C + r_{ДР} + \frac{3X_C}{\pi} = \\ &= 2\left(r_2 + r_1' s\right) + \frac{3X_p s}{\pi} + 2r_C + r_{ДР} + \frac{3X_C}{\pi} = \\ &= 2\left(0{,}0112 + 0{,}008 \cdot 0{,}5\right) + \frac{3 \cdot 0{,}135 \cdot 0{,}5}{3{,}14} + \\ &+ 2 \cdot 0{,}085 + 0{,}017 + \frac{3 \cdot 0{,}078}{3{,}14} \\ &= 0{,}358 \quad Ом. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_Э &= 2L_p + L_{др} + 2L_C = 2\frac{X_P}{\omega_C} + L_{ДР} + 2\frac{X_C}{\omega_C} = \\ &= 2\frac{0{,}135}{314} + 0{,}00286 + 2\frac{0{,}078}{314} = 0{,}00422 \quad Гн = 4{,}22 \quad мГн. \end{aligned}$$

$$T_Э = \frac{L_Э}{R_Э} = \frac{0{,}00422}{0{,}358} = 0{,}01178 \quad c.$$

Откуда

$$W_3(p) = \frac{1}{0{,}358(0{,}01178p + 1)}.$$

4. Передаточная функция инвертора АВК согласно (73) и (74):

$$W_4(p) = \frac{K_П}{T_\mu p + 1} = \frac{80,5}{0,01 + 1},$$

где:

$$K_П = -K_2 U_1 \frac{\pi}{2U_{y\max}} = \frac{1,35 \cdot 380 \cdot 3,14}{2 \cdot 10} = 80,5.$$

Переходим к расчету регуляторов.

5. Расчет параметров регулятора тока.

Передаточная функция ПИ-регулятора тока согласно (76):

$$W_{РТ}(p) = \frac{1 + T_Э p}{2T_\mu \frac{K_П K_{ОТ}}{R_Э} p},$$

Схема ПИ-регулятора тока изображения на рис.15. Определяем параметры регулятора из соотношений:

$$T_Э = R_{ОСТ} C_{ОСТ}. \qquad (83)$$

$$\frac{2T_\mu K_П K_{ОТ}}{R_Э} = R_{ЗТ} C_{ОСТ}. \qquad (84)$$

Коэффициент передачи цепи обратной связи по току:

$$K_{ОТ} = K_Ш K_{ДТ} \frac{R_{ЗТ}}{R_Т}, \qquad (85)$$

где $К_Ш$ – коэффициент передачи шунта В/А;

$К_{ДТ}$ – коэффициент усиление датчика тока;

$R_{ЗТ}$, R_T - соответственно входные сопротивления регулятора тока по каналам задания и обратной связи.

Совместное решение (84) и (85) дает:

$$R_T = \frac{2T_\mu K_П K_Ш K_{ДТ}}{R_Э C_{ОСТ}}. \qquad (86)$$

Задаемся величиной $C_{ОСТ} = 10^{-6}$ Ф.

Тогда по (83):

$$R_{ОСТ} = \frac{T_Э}{C_{ОСТ}} = \frac{0{,}01178}{10^{-6}} = 11{,}78 \ кОм.$$

В качестве шунта в схеме электропривода (рис. 21) используется шунт типа 75 ШСМ с параметрами:

$$U_{ШН} = 75 \cdot 10^{-3} B, I_{ШН} = 500 \ A.$$

(см. таблицу 7);

Тогда $K_Ш = \frac{U_Ш}{I_Ш} = \frac{75 \cdot 10^{-3}}{500} = 1{,}5 \cdot 10^{-4} \ \frac{B}{A}$.

Коэффициент усиления датчика тока выбирают таким образом, чтобы максимальной перегрузке двигателя I_{dmax} соответствовало неравенство:

$$U_{вых\ \max} = K_I K_{ДТ} I_{d\max} \le 10 \ B.$$

Следовательно, выбранное значение коэффициента усиление датчика тока не должно превышать:

$$K_{ДТ} = \frac{U_{вых.\max}}{K_{Ш} I_{d\max}} = \frac{10}{1{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 2{,}5 \cdot 336} = 80 .$$

Согласно (86):

$$R_{Т} = \frac{2 \cdot 0{,}01 \cdot 80{,}5 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 80}{0{,}358 \cdot 10^{-6}} = 53{,}9 \ кОм .$$

Принимаем $R_{ЗТ} = R_{Т} = 53{,}9$ кОм.

Коэффициент усиления цепи обратной связи по току согласно (85):

$$К_{ОТ} = 1{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 80 = 0{,}012.$$

6. Расчет параметров регулятора скорости.

Передаточная функция П регулятора скорости согласно (79):

$$W_{РС}(p) = K_{РС} = \frac{JK_{ОТ}}{4T_{\mu} K_{ОС} C_{МО}} .$$

Параметры регулятора скорости определяются из соотношения (см. рис. 21):

$$K_{РС} = \frac{R_{ОСС}}{R_{ЗС}} . \qquad (87)$$

Коэффициент передачи цепи обратной связи по скорости определим по формуле:

$$K_{ОС} = K_{ДС} \frac{R_{ЗС}}{R_{С}} , \qquad (88)$$

где $К_{дс}$ – передаточный коэффициент тахогенератора;

$R_{ЗС}$, $R_С$ – соответственно входное сопротивление регулятора скорости по каналам задания и обратной связи.

Задаемся величиной сопротивления регулятора скорости по каналу задания:

$$R_{ЗС} = 50 \ кОм .$$

Передаточный коэффициент тахогенератора на максимальной скорости вращения АД определяем по формуле:

$$K_{ДС} = \frac{U_{ТГ}}{\omega_{\max}} = \frac{20}{157} = 0{,}127 \ \frac{В}{с^{-1}} .$$

На основании формулы (88):

$$\frac{R_{ЗС}}{R_С} = \frac{K_{ОС}}{K_{ДС}} = \frac{U_{ЗС\max}}{\omega_{\max} K_{ДС}} = \frac{10}{157 \cdot 0{,}127} = 0{,}5 ,$$

где $U_{ЗСmax}$ = 10 В – выходное напряжение задающего элемента, соответствующее $\omega = \omega_{max}$.

По выражению (88) передаточная коэффициент цепи обратной связи по скорости:

$$K_{ОС} = 0{,}127 \cdot 0{,}5 = 0{,}0637 \ \frac{В}{с^{-1}} .$$

Величину передаточного коэффициента П - регулятора скорости определяем по (79):

$$K_{РС} = \frac{JK_{ОТ}}{4T_{\mu} K_{ОС} C_{МО}} = \frac{4{,}5 \cdot 0{,}012}{4 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}0637 \cdot 1{,}47} = 14{,}4 .$$

Сопротивление цепи обратной связи регулятора скорости определяется по (87):

$$R_{ОСС} = K_{РС} R_{ЗС} = 14{,}4 \cdot 50000 = 720 \ кОм .$$

Сопротивление регулятора скорости по каналу обратной связи равно:

$$R_{ОС} = \frac{R_{ЗС}}{0{,}5} = \frac{50000}{0{,}05} = 100 \ \ кОм .$$

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Волжский Государственный Университет Водного Транспорта»

Специальность 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Задание 5 по дисциплине «Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации»

Формирует компетенции ПК-9.З.1,ПК-9.У.1,ПК-9.В.1,УК-2.З.1,УК-2.У.1,УК-2.В.1

Заведующий кафедрой Э и ЭОВТ Хватов О.С.

Н.Новгород

Задание 5

В соответствии с указанным вариантом:

1. Составить структурную схему электропривода по системе ТП-Д и рассчитать параметры всех ее звеньев, используя данные таблиц 1,2,3.

2. Для замкнутой по скорости САР определить параметры ПИ–регулятора тока и П или ПИ регулятора скорости. Проверить, используя ЭВМ, правильность настройки контуров регулирования:

- на модульный оптимум – контур тока,

- на модульный или симметричный оптимум – контура скорости.

3. При настройке контура скорости на модульный оптимум вычислить статическую ошибку при отработке САР сигнала по возмущению равного $M_Н$.

Таблица 1

Тип ЭД	Номинальные величины				Макс частота вращ. при ослаблении поля	Допустимая перегрузка	
	Мощ-ность	Напря-жение	Ток	Частота вращ.		При $n_н$	При n_{max}
	$P_н$	$U_н$	$I_н$	$n_н$	n_{max}	$I_{max}/I_н$	
	кВт	В	А	об/мин	об/мин		
П81	32	220	170	1500	2250	2	2
П111	55	220	287	600	1800	2	2
П112	180	440	455	1500	2000	2	2
П131-4К	55	220	289	300	1500	2,5	1,6
П132-4К	75	220	385	300	1500	2,5	1,6
П142-9К	200	220	1000	500	1200	2,5	2
П131-4К	125	440	310	500	1500	2,5	1,6
П142-4К	125	440	318	300	1500	2,5	1,6
2ПФ-180М	26	220	129	3150	3500	3	3
2ПФ-180	10	440	27,6	720	1850	3	3

Таблица 2

Токоограничивающий реактор					
Тип	Напряжение К.З.	Потери К.З	Тип	Индуктивность	Потери в меди при ном. токе
	$U_{кз}$	$\Delta P_{кз}$		L	ΔP
	%	Вт		мГн	Вт
			ФРОС-65/0,5		
			ФРОС-60,5		
			ФРОС-125/0,5		
			ФРОС-250/0,5		
РСТ	5,3	227			
	5,3	414			
	5,3	1039	ФРОС-65/0,5	1,5	500
	5,3	2505	ФРОС-250/0,5	4,2	1200
			ФРОС-500/0,5	3,25	1200

Маховой момент	Число полюсов	Данные якоря			$R_{доб.}$ полюсов при 20С^{o}	Варианты
		Число витков	$R_{обм.}$ якоря при 20С^{o}	Число параллельных ветвей		
GD^2	$2p_n$	W_a	$R_{оя}$	2а	$R_{дя}$	
$кг/см^2$			Ом		Ом	
2,8	4	162	0,063	2	0,024	1
20,4	4	123	0,024	2	0,011	2
23	4	184	0,015	2	0,006	3
64	4	189	0,042	2	0,007	4
73	4	135	0,025	2	0,004	5
195	4	148	0,006	2	0,001	6
73	4	189	0,045	2	0,008	7
150	4	231	0,06	2	0,009	8
08	4	99	0,022	2	0,015	9
0,92	4	627	0,99	2	0,644	10

Номинальное выпрямленное напряжение	Номинальный выпрямленный ток	Трансформатор				
		Тип	Напряжение сетевой обмотки	Фазное напряжение вентильной обмотки	Напряжение К.З.	Потери К.З.
$U_{dн}$	$I_{dн}$		U_i	$U_{2Ф}$	$U_{К.З.}$	$\Delta P_{К.З.}$
В	А		кВ	В	%	Вт
230	100	ТСП-25/0	0,38	115	5,3	1300
	200	ТСП-63/0,7	0,38	115	5,3	1900
	320	ТСП-100/0,7	0,38	115	5,3	2200
	500	ТСП-200/0,7	0,38	117	5,2	2960
	1000	ТСП-400/0,	6;10	115	9	5600
460	50					
	100					
	200					
	320					
	500	ТНП-400/10Т	6;10	230	9	5600

Таблица 3

Данные тахогенераторов постоянного тока

Тип	Номинальная скорость	Удельная ЭДС на 1000 об/мин	Максимальный ток	Напряжение возбуждения	Сопротивление нагрузки
	$n_{нтг}$	$e_{тг}$	$I_{нтг}$	$U_{втг}$	$R_{нтг}$
	об/мин	В мин/об	А	В	Ом
ТМГ 30	4000	52,5	0,065	110	8300
ТМГ 30П	4000	52,5	0,08	110	3100
ПТ-22/I	1500	230/1,5	0,5	55	--
ПТ-32/I	1000	230	0,5	55	--
ПТ-32	1500	220/1,5	2,2	25	--

Данные шунтов типа 75 ШСМ

$U_{нш} = 75 \cdot 10^{-3}$ В

$I_{нш}$ = 5;10;50;75;100;150;200;300;500;750;1000;1500;2000;3000; 4000; 6000 А

Пример расчета параметров структурной схемы регулирования скорости ДПТ

1.Сопротивление якорной цепи двигателя:

$$R_{я} = \beta_{т}\left(R_{оя} + R_{дп}\right) = 1{,}24(0{,}017 + 0{,}007) = 0{,}02976 \ \ Ом$$

где $\beta_Т$ = 1,24 – коэффициент, учитывающий изменение сопротивления обмоток при нагреве на 60^{O}С.

2. Номинальная ЭДС двигателя:

$$E_{н} = U_{н} - I_{н}R_{я} - \Delta U_{щ} = 220 - 388 \cdot 0{,}02976 - 2 = 206{,}453 \ \ B$$

где $\Delta U_{Щ}$ = 2 В – падение напряжения на щеточном контакте.

3.Конструктивный коэффициент двигателя:

$$C = \frac{p_{п}\omega_{я}}{2\pi a} = \frac{2 \cdot 105}{2 \cdot 314} = 33{,}44 \ \ \frac{B \cdot c}{Вб}$$

4. Номинальная частота вращения двигателя:

$$\omega_н = \frac{\pi n_н}{30} = \frac{3{,}14 \cdot 750}{30} = 78{,}5 \quad \frac{рад}{с}.$$

5. Коэффициент ЭДС и момента двигателя:

$$C' = \frac{E_н}{\omega_н} = \frac{206{,}45}{78{,}5} = 2{,}63 \quad \frac{В \cdot с}{рад}.$$

6. Номинальный поток двигателя:

$$\Phi_н = \frac{C'}{C} = \frac{2{,}63}{33{,}44} = 0{,}078 \quad Вб.$$

7. Индуктивность якоря двигателя:

$$L_я = b\frac{U_н}{I_н p_п \omega_н} = \frac{0{,}6 \cdot 220}{388 \cdot 2 \cdot 78{,}5} = 0{,}00216 \quad Гн,$$

где b = 0,6 – для некомпенсированных машин;

b = 0,1 – для компенсированных машин.

8. Электромагнитная постоянная времени якоря двигателя:

$$T_я = \frac{L_я}{R_я} = \frac{0{,}00216}{0{,}0297} = 0{,}0726 \quad с.$$

9. Момент инерции двигателя:

$$J = \frac{GD^2}{4} = \frac{20{,}4}{4} = 5{,}1 \quad \frac{кг}{м^2}.$$

В качестве тиристорного преобразователя выбираем ТП со следующими данными (табл. 2.):

Тип агрегата ТП-500 –230;

Схема выпрямления трехфазная мостовая;

$I_{dн}$ = 500 А; $U_н$ = 230 В

Трансформатор – ТС3П – 200/0,7.

10. Приведеные к цепи выпрямленного тока сопротивление трансформатора:

$$R_Т = \frac{\Delta P_{КЗ}}{I_{dн}^2} = \frac{2960}{500^2} = 0{,}0118 \quad Ом.$$

11. Максимальная выпрямленная ЭДС ТП:

$$E_{dB} = K_{СХ1} U_{2Ф} = 2{,}34 \cdot 117 = 273{,}8 \quad В,$$

где K_{CX1} = 2,34 – коэффициент схемы выпрямления для трехфазной мостовой схемы.

12. Индуктивное сопротивление трансформатора, приведенное к цепи вторичной обмотки:

$$X_T = \frac{U_K U_{2\Phi}}{100 K_{CX2} I_{dн}} = \frac{5{,}12 \cdot 117}{100 \cdot 0{,}815 \cdot 500} = 0{,}0149 \quad Ом$$

,

где $К_{СХ2}$ = 0,815 - для трехфазной мостовой схемы выпрямления.

Индуктивное сопротивление токоограничивающего реактора определяется по аналогичной схеме, в случае реакторного исполнения преобразователя при питании от сети напряжением 380 вольт, вместо $U_{2ф}$ в формулу подставляется величина фазного напряжения сети $U_{1ф}$ = 220 В.

13. Эквивалентное сопротивление, учитывающее снижение напряжения из-за коммутации тиристоров:

$$R_X = \frac{3X_T}{\pi} = \frac{3 \cdot 0{,}0149}{3{,}14} = 0{,}01425 \; Ом$$

.

При реакторном исполнении ТП вместо $X_Т$ подставляется $X_Р$, а вместо $R_Т – R_Р$.

14. Сопротивление сглаживающего дросселя:

$$R_{СД} = \frac{\Delta P_{СД}}{I_{dн}^2} = \frac{960}{500^2} = 0{,}00384 \quad Ом$$

.

15. Сопротивление шин и кабелей:

$$R_{Ш} = 0{,}1 R_{я} = 0{,}1 \cdot 0{,}02976 = 0{,}00297 \quad Ом$$

.

16. Сопротивление цепи: тиристорный преобразователь – якорь двигателя (ТП-Д):

$$R_Э = R_Я + R_Т + R_Х + R_{СД} + R_Ш =$$

$$= 0{,}02976 + 0{,}0118 + 0{,}01425 + 0{,}00384 + 0{,}002976 = 0{,}0626 \quad Ом.$$

17. Индуктивность рассеяния трансформатора

$$L_Т = \frac{X_Т}{\omega_С} = \frac{0{,}0149}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 50} = 0{,}00004745 \quad Гн$$

,

где $\omega_С = 2\pi f_С$ – угловая частота сети.

18. Индуктивность цепи ТП-Д:

$$L_Э = L_Я + 2L_Т + L_{СД} = 0{,}00216 + 2 \cdot 0{,}00004745 + 0{,}00075 = 0{,}003 \quad Гн$$

.

19. Максимальное значение коэффициент усиления ТП с СИФУ по вертикальному принципу управления с пилообразным опорным напряжением:

$$K_П = \frac{\pi E_{dB}}{2U_{У\max}} = \frac{3{,}14 \cdot 273{,}8}{2 \cdot 10} = 42{,}98$$

.

20. Электромагнитная постоянная времени цепи ТП-Д:

$$T_Э = \frac{L_Э}{R_Э} = \frac{0{,}003}{0{,}0626} = 0{,}0479 \quad с$$

.

21.Электромеханическая постоянная времени цепи ТП-Д:

$$T_М = \frac{JR_Э}{(C')^2} = \frac{51 \cdot 0{,}0626}{2{,}629^2} = 0{,}0462 \quad с$$

.

22.Передаточный коэффициент шунта RS в цепи якоря (рис. 13.а.):

$$\frac{U_{ВЫХ\max}}{U_{ВХ\max}} \le K_{ДТ} \le \frac{U_{ВЫХ\max}}{K_З K_Ш I_{\max}}$$

,

где $U_{ВЫХ\,max} = 10$ В, $U_{ВХ\,max} = 0{,}3$ В – максимально допустимое напряжение на выходе и входе ДТ;

$K_З = 1{,}2$ – коэффициент запаса.

$$\frac{10}{0{,}3} \le K_{ДТ} \le \frac{10}{1{,}2 \cdot 0{,}00015 \cdot 2 \cdot 388}$$

,

выбираем $K_{ДТ} = 70$.

Выбираем в качестве датчика скорости тахогенератор типа ТМГ30 (табл.3). При выборе типа тахогенератора необходимо соблюдать условие $n_{НТГ} \geq n_{\max}$, где $n_{НТГ}, n_{\max}$ – максимальные скорости ТГ и двигателя.

24.Передаточный коэффициент тахогенератора:

$$K_{ТГ} = \frac{e_{ТГ}\ 30}{1000\ \pi} = \frac{52,5 \cdot 30}{1000\ \cdot 3,14} = 0,5 \quad \frac{В \cdot с}{рад}.$$

25.Выходное напряжение ТГ на максимальной скорости вращения двигателя:

$$U_{ТГ\max} = K_{ТГ}\omega_{\max} = \frac{0,5 \cdot 1700 \cdot 3,14}{30} = 88,96 \quad В.$$

26.Некомпенсируемая постоянная времени контура тока якоря:

$$T_{\mu} = (0,001 \div 0,005)\ \text{с}.$$

27. Расчет параметров регуляторов тока и скорости.

Емкость в цепи обратной связи регулятора тока (рис.15.):

$$C_{ОСТ} = 10^{-6} \quad Ф.$$

28. Резистор в цепи ОС регуляторов тока (рис.15.):

$$R_{ОСТ} = \frac{T_{Э}}{C_{ОСТ}} = \frac{0,0497}{10^{-6}} = 47,9 \quad кОм.$$

29.Принимаем $R_{ЗТ} = R_{ОТ}$ (рис.15.) и согласно (27):

$$R_{ОТ} = \frac{K_{П}K_{Ш}K_{ДТ}2T_{\mu}}{R_{Э}C_{ОСТ}} =$$

$$= \frac{42,98 \cdot 0,00015 \cdot 70 \cdot 2 \cdot 0,001}{0,0626 \cdot 10^{-6}} = 14424 \quad Ом \cdot$$

30.Передаточный коэффициент цепи обратной связи по току:

$$K_{П} = K_{Ш}K_{ДТ} = 0,00015 \cdot 70 = 0,0105.$$

31.Максимальное напряжение задания по току якоря:

$$U_{ЗТ\max} = K_{ОТ}I_{\max} = 2 \cdot 388 \cdot 0,0105 = 8,148 \quad В.$$

32.Коэффициент передачи датчика и делителя напряжения в цепи обратной связи по скорости:

$$K_{ДТ} = \frac{U_{ВЫХ.ДН\ max}}{U_{ТГ\ max}} = \frac{10}{88,96} = 0,1124,$$

где $U_{ВЫХ\ ДН\ max} = 10$ В – максимальное выходное напряжение датчика напряжения.

33.Коэффициент передачи канала обратной связи по скорости (рис. 16.):

$$K_{ОС} = K_{ТГ} K_{ДН} = 0,5 \cdot 0,1124 = 0,0562 \quad \frac{В \cdot с}{рад}.$$

34.Коэффициент усиления П-регулятора скорости согласно (34):

$$K_{РС} = \frac{T_М K_{ОТ} C'}{4 T_{\mu} K_{ОС} R_{Э}} = \frac{0,0462 \cdot 0,0105 \cdot 2,629}{4 \cdot 0,001 \cdot 0,0626 \cdot 0,0562} = 90,6.$$

35.Задаемся величиной резистора $R_{ЗС}$ (рис. 17) в цепи задания скорости:

$R_{ЗС} = 10$ кОм.

36.Резистор в цепи обратной связи регулятора скорости определяется:

$$R_{ООС} = R_{ЗС} K_{РС} = 10000 \cdot 90,62 = 906,2 \quad кОм.$$

37.Величина сопротивления в канале обратной связи по скорости (рис.17):

$$R_{ОС} = \frac{\omega_{max} K_{ОС}}{U_{ЗС\ max}} R_{ЗС} = \frac{177,9 \cdot 0,0562}{10} \cdot 10000 = 9997 \quad Ом.$$

Принимаем напряжение задания регулятора скорости соответствующее максимальной скорости: $U_{ЗСmax} = 10$ В.

Тесты по дисциплине ««Моделирование судового электрооборудования и средств автоматики»

Разделы 1,2,3

формирует компетенции ПК-9,УК-2, А-III/6-2.1.,А-III/6-2.2.

Тест №1

1.Основной недостаток ПИД-регулятора:	1. Высокая стоимость 2. Сложность практической реализации 3. Сложность настройки параметров 4. Низкая помехозащищенность
2. В САР, построенной по принципу возмущения, используется:	1. Положительная обратная связь по регулируемой переменной 2. Отрицательная обратная связь по регулируемой переменной 3. Положительная обратная связь по возмущению 4. Отрицательная обратная связь по возмущению
3. В САР с астатизмом первого порядка отсутствуе	1. Статическая ошибка по возмущению 2. Установившаяся динамическая ошибка при изменении задающего воздействия по линейному закону 3. Статическая ошибка по задающему воздействию 4. Установившаяся динамическая ошибка при изменении возмущения по линейному закону
4. Стабилитроны в цепи обратной связи регулятора скорости в системе подчиненного регулирования ограничивают:	1. Напряжение на якоре ЭД 2. Максимальную частоту вращения ЭД 3. Ток якоря ЭД 4. Магнитный поток ЭД
5. В двухконтурной системе подчиненного регулирования скорости контур регулирования ток является:	1. Внутренним для контура регулирования скорости 2. Внешним для контура регулирования скорости 3. Внешним для контура регулирования напряжения якоря 4. . Внутренним для контура регулирования ЭДС

Тест №2

1.Передаточная функция ПИД-регулятора:	1. $\frac{T_u p}{T_1 p}$ 2. $\frac{T_к p}{T_u p}$ 3. $\frac{}{T_u p}$

	4. $\frac{(1+T_2p)(1+T_1p)}{T_up}$
2. В САР, построенной по принципу отклонения, используется:	1. Положительная обратная связь по регулируемой переменной 2. Отрицательная обратная связь по регулируемой переменной 3. Положительная обратная связь по возмущению 4. Отрицательная обратная связь по возмущению
3. В статической САР для оценки точности используют:	1. Постоянное входное воздействие 2. Входное воздействие, изменяющееся по линейному закону 3. Синусоидальное входное воздействие 4. Ступенчатое воздействие
4. Монотонный переходный процесс в замкнутой системе обеспечивается при коэффициенте настройки a равном:	1. a =2 2. a =1 3. $a \geq 4$ 4. 2< a < 4
5. В двухконтурной системе подчиненного регулирования скорости контур регулирования ток является:	1. Внутренним для контура регулирования скорости 2. Внешним для контура регулирования скорости 3. Внешним для контура регулирования напряжения якоря 4. . Внутренним для контура регулирования ЭДС

Тест №3

1.Передаточная функция ПИ-регулятора:	1. $\frac{K}{1+T_Kp}$ 2. $\frac{1+T_Kp}{T_up}$ 3. $\frac{1}{T_up}$ 4. $\frac{(1+T_2p)(1+T_1p)}{T_up}$
2. Основное достоинство параметрических СУ:	1. Низкая стоимость и простота 2. Малые габариты 3. Высокое быстродействие 4. Высокая точность
3. Электромагнитная постоянная времени ДПТ это	1. $L_{яц}$ / $R_{яц}$ 2. $U_{яц}$ / $R_{яц}$ 3. $R_{яц}$ / $L_{яц}$ 4. $I_{яц}$ / $R_{яц}$
4. При каком значении коэффициента $a = \frac{T_0}{T_\mu}$ обеспечивается настройка контура регулирования на технический	1. a =1 2. a =2 3. a =3 4. a = 4

(модульный) оптимум	
5. В двухконтурной системе подчиненного регулирования скорости контур регулирования ток является:	1. Внутренним для контура регулирования скорости 2. Внешним для контура регулирования скорости 3. Внешним для контура регулирования напряжения якоря 4. . Внутренним для контура регулирования ЭДС

Тест №4

1.Настройка одноконтурной системы регулировани скорости на модульный оптимум требует использования:	1. И - регулятора скорости 2. ПИД - регулятора 3. П - регулятора 4. ПИ – регулятора
2. Автоматическая СУ отличается от параметрической наличием:	1. Обратной связи 2. Регулятора 3. Управляемого преобразователя 4. Датчиков измерения параметров системы
3. Быстродействие контура регулирования переменной определяется:	1. Перерегулированием - σ 2. Временем переходного процесса - $t_{пп}$ 3. Временем достижения максимума регулируемой величины - $t_м$ 4. Временем первого согласования – t_1
4. Координатой ЭП не является:	1. Ток якоря (статора) ЭД 2. Частота вращения вала ЭД 3. Положение вала ЭД 4. Напряжение питающей сети
5. В двухконтурной системе подчиненного регулирования скорости контур регулирования ток является:	1. Внутренним для контура регулирования скорости 2. Внешним для контура регулирования Скорости 3. Внешним для контура регулирования напряжения якоря 4. . Внутренним для контура регулирования ЭДС

Тест №5

1. Какой регулятор обладает наибольшей помехозащищенностью:	1. ПИ - регулятор 2. П - регулятор

	3. ПИД - регулятор 4. И – регулятор
2.Основной недостаток параметрических СУ:	1. Сложность 2. Громоздкость 3. Высокая стоимость 4. Невысокая точность
3. T_{μ} - это:	1. Постоянное запаздывание преобразователя. 2. Малая некомпенсируемая постоянная времени 3. Время переходного процесса 4. Время достижения регулируемой величины максимального значения
4. Максимальным быстродействием при регулировании скорости обладает:	1. Двухконтурная система с П - регулятором скорости 2. Двухконтурная система с ПИ - регулятором скорост 3. Одноконтурная система с ПИД - регулятором скорости 4. Одноконтурная система с П - регулятором
5. В двухконтурной системе подчиненного регулирования скорости контур регулирования ток является:	1. Внутренним для контура регулирования скорости 2. Внешним для контура регулирования скорости 3. Внешним для контура регулирования напряжения якоря 4. . Внутренним для контура регулирования ЭДС

Тест №6

1.Настройка одноконтурной системы регулировани скорости на модульный оптимум требует использования:	1. И - регулятора скорости 2. ПИД - регулятора 3. П - регулятора 4. ПИ – регулятора
2. Основное достоинство параметрических СУ:	1. Низкая стоимость и простота 2. Малые габариты 3. Высокое быстродействие 4. Высокая точность
3. В статической САР для оценки точности используют	1. Постоянное входное воздействие 2. Входное воздействие, изменяющееся по линейному закону 3. Синусоидальное входное воздействие 4. Ступенчатое воздействие
4. Стабилитроны в цепи обратной связи регулятора скорости в системе подчиненного регулирования ограничивают:	1. Напряжение на якоре ЭД 2. Максимальную частоту вращения ЭД 3. Ток якоря ЭД 4. Магнитный поток ЭД

5. В контуре регулирования скорости основным возмущающим воздействием является:	1. Напряжение питающей сети 2. Частота питающей сети 3. Момент нагрузки 4. Напряжение якоря ЭД

Тест №7

1. Какой регулятор обладает наибольшей помехозащищенностью:	1. ПИ - регулятор 2. П - регулятор 3. ПИД - регулятор 4. И – регулятор
2. Автоматическая СУ отличается от параметрической наличием:	1. Обратной связи 2. Регулятора 3. Управляемого преобразователя 4. Датчиков измерения параметров системы
3. Электромагнитная постоянная времени ДПТ это	1. $L_{яц}$ / $R_{яц}$ 2. $U_{яц}$ / $R_{яц}$ 3. $R_{яц}$ / $L_{яц}$ 4. $I_{яц}$ / $R_{яц}$
4. Монотонный переходный процесс в замкнутой системе обеспечивается при коэффициенте настройки a равном:	1. a =2 2. a =1 3. $a \geq 4$ 4. $2 < a < 4$
5. В контуре регулирования скорости основным возмущающим воздействием является:	1. Напряжение питающей сети 2. Частота питающей сети 3. Момент нагрузки 4. Напряжение якоря ЭД

Тест №8

1.Основной недостаток ПИД-регулятора:	1. Высокая стоимость 2. Сложность практической реализации 3. Сложность настройки параметров 4. Низкая помехозащищенность
2.Основной недостаток параметрических СУ:	1. Сложность 2. Громоздкость 3. Высокая стоимость 4. Невысокая точность
3. Быстродействие контура регулирования переменной определяется:	1. Перерегулированием - σ 2. Временем переходного процесса - $t_{пп}$ 3. Временем достижения максимума регулируемой величины - $t_м$ 4. Временем первого согласования – t_1
4. При каком значении коэффициента $a = \frac{T_0}{T_\mu}$ обеспечивается настройка контура регулирования на технический	1. a =1 2. a =2 3. a =3

(модульный) оптимум	4. $a = 4$
5. В контуре регулирования скорости основным возмущающим воздействием является:	1. Напряжение питающей сети 2. Частота питающей сети 3. Момент нагрузки 4. Напряжение якоря ЭД

Тест №9

1.Передаточная функция ПИД-регулятора:	1. $\frac{T_u p}{1+T_1 p}$ 2. $\frac{1+T_к p}{T_u p}$ 3. $\frac{1}{T_u p}$ 4. $\frac{(1+T_2 p)(1+T_1 p)}{T_u p}$
2. В САР, построенной по принципу возмущения, используется:	1. Положительная обратная связь по регулируемой переменной 2. Отрицательная обратная связь по регулируемой переменной 3. Положительная обратная связь по возмущению 4. Отрицательная обратная связь по возмущению
3. T_μ - это:	1. Постоянное запаздывание преобразователя. 2. Малая некомпенсируемая постоянная времени 3. Время переходного процесса 4. Время достижения регулируемой величины максимального значения
4. Координатой ЭП не является:	1. Ток якоря (статора) ЭД 2. Частота вращения вала ЭД 3. Положение вала ЭД 4. Напряжение питающей сети
5. В контуре регулирования скорости основным возмущающим воздействием является:	1. Напряжение питающей сети 2. Частота питающей сети 3. Момент нагрузки 4. Напряжение якоря ЭД

Тест №10

1.Передаточная функция ПИ-регулятора:	1. $\frac{K}{1+T_к p}$ 2. $\frac{1+T_к p}{T_u p}$ 3. $\frac{1}{T_u p}$ 4. $\frac{(1+T_2 p)(1+T_1 p)}{T_u p}$
2. В САР, построенной по принципу отклонения,	1. Положительная обратная связь по регулируемой

используется:	переменной 2. Отрицательная обратная связь по регулируемой переменной 3. Положительная обратная связь по возмущению 4. Отрицательная обратная связь по возмущению
3. В САР с астатизмом первого порядка отсутствуе	1. Статическая ошибка по возмущению 2. Установившаяся динамическая ошибка при изменении задающего воздействия по линейному закону 3. Статическая ошибка по задающему воздействию 4. Установившаяся динамическая ошибка при изменении возмущения по линейному закону
4. Максимальным быстродействием при регулировании скорости обладает:	1. Двухконтурная система с П - регулятором скорости 2. Двухконтурная система с ПИ - регулятором скорост 3. Одноконтурная система с ПИД - регулятором скорости 4. Одноконтурная система с П - регулятором
5. В контуре регулирования скорости основным возмущающим воздействием является:	1. Напряжение питающей сети 2. Частота питающей сети 3. Момент нагрузки 4. Напряжение якоря ЭД

Тест №11

1.Передаточная функция ПИД-регулятора:	1. $\frac{T_u p}{1+T_1 p}$ 2. $\frac{1+T_к p}{T_u p}$ 3. $\frac{1}{T_u p}$ 4. $\frac{(1+T_2 p)(1+T_1 p)}{T_u p}$
2.Основной недостаток параметрических СУ:	1. Сложность 2. Громоздкость 3. Высокая стоимость 4. Невысокая точность
3. Электромагнитная постоянная времени ДПТ это	1. $L_{яц} / R_{яц}$ 2. $U_{яц} / R_{яц}$ 3. $R_{яц} / L_{яц}$ 4. $I_{яц} / R_{яц}$
4. Стабилитроны в цепи обратной связи регулятора скорости в системе подчиненного регулирования ограничивают:	1. Напряжение на якоре ЭД 2. Максимальную частоту вращения ЭД 3. Ток якоря ЭД 4. Магнитный поток ЭД

5. В контуре регулирования тока якоря возмущающим воздействием является:	1. Напряжение на якоре двигателя 2. Магнитный поток 3. Частота вращения 4. ЭДС двигателя

Тест №12

1.Передаточная функция ПИ-регулятора:	1. $\frac{K}{1+T_к p}$ 2. $\frac{1+T_к p}{T_и p}$ 3. $\frac{1}{T_и p}$ 4. $\frac{(1+T_2 p)(1+T_1 p)}{T_и p}$
2. В САР, построенной по принципу возмущения, используется:	1. Положительная обратная связь по регулируемой переменной 2. Отрицательная обратная связь по регулируемой переменной 3. Положительная обратная связь по возмущению 4. Отрицательная обратная связь по возмущению
3. Быстродействие контура регулирования переменной определяется:	1. Перерегулированием - σ 2. Временем переходного процесса - $t_{пп}$ 3. Временем достижения максимума регулируемой величины - $t_м$ 4. Временем первого согласования – t_1
4. Монотонный переходный процесс в замкнутой системе обеспечивается при коэффициенте настройки *a* равном:	1. a =2 2. a =1 3. $a \geq 4$ 4. $2< a < 4$
5. В контуре регулирования тока якоря возмущающим воздействием является:	1. Напряжение на якоре двигателя 2. Магнитный поток 3. Частота вращения 4. ЭДС двигателя

Тест №13

1.Настройка одноконтурной системы регулировани скорости на модульный оптимум требует использования:	1. И - регулятора скорости 2. ПИД - регулятора 3. П - регулятора 4. ПИ – регулятора
2. В САР, построенной по принципу отклонения, используется:	1. Положительная обратная связь по регулируемой переменной 2. Отрицательная обратная связь по регулируемой переменной 3. Положительная обратная связь по возмущению 4. Отрицательная обратная связь по возмущению

3. T_μ - это:	1. Постоянное запаздывание преобразователя. 2. Малая некомпенсируемая постоянная времени 3. Время переходного процесса 4. Время достижения регулируемой величины максимального значения
4. При каком значении коэффициента $a = \frac{T_0}{T_\mu}$ обеспечивается настройка контура регулирования на технический (модульный) оптимум	1. a =1 2. a =2 3. a =3 4. a = 4
5. В контуре регулирования тока якоря возмущающим воздействием является:	1. Напряжение на якоре двигателя 2. Магнитный поток 3. Частота вращения 4. ЭДС двигателя

Тест №14

1. Какой регулятор обладает наибольшей помехозащищенностью:	1. ПИ - регулятор 2. П - регулятор 3. ПИД - регулятор 4. И – регулятор
2. Основное достоинство параметрических СУ:	1. Низкая стоимость и простота 2. Малые габариты 3. Высокое быстродействие 4. Высокая точность
3. В САР с астатизмом первого порядка отсутствуе	1. Статическая ошибка по возмущению 2. Установившаяся динамическая ошибка при изменении задающего воздействия по линейному закону 3. Статическая ошибка по задающему воздействию 4. Установившаяся динамическая ошибка при изменении возмущения по линейному закону
4. Координатой ЭП не является:	1. Ток якоря (статора) ЭД 2. Частота вращения вала ЭД 3. Положение вала ЭД 4. Напряжение питающей сети
5. В контуре регулирования тока якоря возмущающим воздействием является:	1. Напряжение на якоре двигателя 2. Магнитный поток 3. Частота вращения 4. ЭДС двигателя

Тест №15

1.Основной недостаток ПИД-регулятора:	1. Высокая стоимость 2. Сложность практической реализации 3. Сложность настройки параметров

	4. Низкая помехозащищенность
2. Автоматическая СУ отличается от параметрической наличием:	1. Обратной связи 2. Регулятора 3. Управляемого преобразователя 4. Датчиков измерения параметров системы
3. В статической САР для оценки точности используют	1. Постоянное входное воздействие 2. Входное воздействие, изменяющееся по линейному закону 3. Синусоидальное входное воздействие 4. Ступенчатое воздействие
4. Максимальным быстродействием при регулировании скорости обладает:	1. Двухконтурная система с П - регулятором скорости 2. Двухконтурная система с ПИ - регулятором скорост 3. Одноконтурная система с ПИД - регулятором скорости 4. Одноконтурная система с П - регулятором
5. В контуре регулирования тока якоря возмущающим воздействием является:	1. Напряжение на якоре двигателя 2. Магнитный поток 3. Частота вращения 4. ЭДС двигателя

Тест №16

1. Какой регулятор обладает наибольшей помехозащищенностью:	1. ПИ - регулятор 2. П - регулятор 3. ПИД - регулятор 4. И – регулятор
2. В САР, построенной по принципу отклонения, используется:	1. Положительная обратная связь по регулируемой переменной 2. Отрицательная обратная связь по регулируемой переменной 3. Положительная обратная связь по возмущению 4. Отрицательная обратная связь по возмущению
3. Быстродействие контура регулирования переменной определяется:	1. Перерегулированием - σ 2. Временем переходного процесса - $t_{пп}$ 3. Временем достижения максимума регулируемой величины - $t_м$ 4. Временем первого согласования – t_1
4. Стабилитроны в цепи обратной связи регулятора скорости в системе подчиненного регулирования ограничивают:	1. Напряжение на якоре ЭД 2. Максимальную частоту вращения ЭД 3. Ток якоря ЭД 4. Магнитный поток ЭД

5. Наилучшей управляемостью по скорости асинхронный двигатель обладает при регулировании:	1. Напряжения статора 2. Сопротивления в цепи статора 3. Сопротивления в цепи ротора 4. Частоты питающей сети

Тест №17

1.Основной недостаток ПИД-регулятора:	1. Высокая стоимость 2. Сложность практической реализации 3. Сложность настройки параметров 4. Низкая помехозащищенность
2. Основное достоинство параметрических СУ:	1. Низкая стоимость и простота 2. Малые габариты 3. Высокое быстродействие 4. Высокая точность
3. T_μ - это:	1. Постоянное запаздывание преобразователя. 2. Малая некомпенсируемая постоянная времени 3. Время переходного процесса 4. Время достижения регулируемой величины максимального значения
4. Монотонный переходный процесс в замкнутой системе обеспечивается при коэффициенте настройки a равном:	1. a =2 2. a =1 3. $a \geq 4$ 4. 2< a < 4
5. Наилучшей управляемостью по скорости асинхронный двигатель обладает при регулировании:	1. Напряжения статора 2. Сопротивления в цепи статора 3. Сопротивления в цепи ротора 4. Частоты питающей сети

Тест №18

1.Передаточная функция ПИД-регулятора:	1. $\frac{T_u p}{1+T_1 p}$ 2. $\frac{1+T_к p}{T_u p}$ 3. $\frac{1}{T_u p}$ 4. $\frac{(1+T_2 p)(1+T_1 p)}{T_u p}$
2. Автоматическая СУ отличается от параметрической наличием:	1. Обратной связи 2. Регулятора 3. Управляемого преобразователя 4. Датчиков измерения параметров системы
3. В САР с астатизмом первого порядка отсутствуе	1. Статическая ошибка по возмущению 2. Установившаяся динамическая ошибка при изменении задающего воздействия по линейному

	закону 3. Статическая ошибка по задающему воздействию 4. Установившаяся динамическая ошибка при изменении возмущения по линейному закону
4. При каком значении коэффициента $a = \frac{T_0}{T_\mu}$ обеспечивается настройка контура регулирования на технический (модульный) оптимум	1. a =1 2. a =2 3. a =3 4. a = 4
5. Наилучшей управляемостью по скорости асинхронный двигатель обладает при регулировании:	1. Напряжения статора 2. Сопротивления в цепи статора 3. Сопротивления в цепи ротора 4. Частоты питающей сети

Тест №19

1.Передаточная функция ПИ-регулятора:	1. $\frac{K}{1+T_к p}$ 2. $\frac{1+T_к p}{T_и p}$ 3. $\frac{1}{T_и p}$ 4. $\frac{(1+T_2 p)(1+T_1 p)}{T_и p}$
2.Основной недостаток параметрических СУ:	1. Сложность 2. Громоздкость 3. Высокая стоимость 4. Невысокая точность
3. В статической САР для оценки точности используют	1. Постоянное входное воздействие 2. Входное воздействие, изменяющееся по линейному закону 3. Синусоидальное входное воздействие 4. Ступенчатое воздействие
4. Координатой ЭП не является:	1. Ток якоря (статора) ЭД 2. Частота вращения вала ЭД 3. Положение вала ЭД 4. Напряжение питающей сети
5. Наилучшей управляемостью по скорости асинхронный двигатель обладает при регулировании:	1. Напряжения статора 2. Сопротивления в цепи статора 3. Сопротивления в цепи ротора 4. Частоты питающей сети

Тест №20

1.Настройка одноконтурной системы регулировани скорости на модульный оптимум требует использования:	1. И - регулятора скорости 2. ПИД - регулятора 3. П - регулятора 4. ПИ – регулятора
2. В САР, построенной по принципу возмущения,	1. Положительная обратная связь по регулируемой

используется:	переменной 2. Отрицательная обратная связь по регулируемой переменной 3. Положительная обратная связь по возмущению 4. Отрицательная обратная связь по возмущению
3. Электромагнитная постоянная времени ДПТ это	1. $L_{яц}$ / $R_{яц}$ 2. $U_{яц}$ / $R_{яц}$ 3. $R_{яц}$ / $L_{яц}$ 4. $I_{яц}$ / $R_{яц}$
4. Максимальным быстродействием при регулировании скорости обладает:	1. Двухконтурная система с П - регулятором скорости 2. Двухконтурная система с ПИ - регулятором скорост 3. Одноконтурная система с ПИД - регулятором скорости 4. Одноконтурная система с П - регулятором
5. Наилучшей управляемостью по скорости асинхронный двигатель обладает при регулировании:	1. Напряжения статора 2. Сопротивления в цепи статора 3. Сопротивления в цепи ротора 4. Частоты питающей сети

Тест №21

1.Передаточная функция ПИ-регулятора:	1. $\frac{K}{1+T_K p}$ 2. $\frac{1+T_K p}{T_u p}$ 3. $\frac{1}{T_u p}$ 4. $\frac{(1+T_2 p)(1+T_1 p)}{T_u p}$
2. Автоматическая СУ отличается от параметрической наличием:	1. Обратной связи 2. Регулятора 3. Управляемого преобразователя 4. Датчиков измерения параметров системы
3. T_μ - это:	1. Постоянное запаздывание преобразователя. 2. Малая некомпенсируемая постоянная времени 3. Время переходного процесса 4. Время достижения регулируемой величины максимального значения
4. Стабилитроны в цепи обратной связи регулятора скорости в системе подчиненного регулирования ограничивают:	1. Напряжение на якоре ЭД 2. Максимальную частоту вращения ЭД 3. Ток якоря ЭД 4. Магнитный поток ЭД
5. Наибольшей управляемостью по скорости двигатель постоянного тока обладает при регулировании:	1. Магнитного потока 2. Тока якоря 3. Напряжения возбуждения 4. Напряжения на якоре

Тест №22

1.Настройка одноконтурной системы регулировани скорости на модульный оптимум требует использования:	1. И - регулятора скорости 2. ПИД - регулятора 3. П - регулятора 4. ПИ – регулятора
2.Основной недостаток параметрических СУ:	1. Сложность 2. Громоздкость 3. Высокая стоимость 4. Невысокая точность
3. В САР с астатизмом первого порядка отсутствуе	1. Статическая ошибка по возмущению 2. Установившаяся динамическая ошибка при изменении задающего воздействия по линейному закону 3. Статическая ошибка по задающему воздействию 4. Установившаяся динамическая ошибка при изменении возмущения по линейному закону
4. Монотонный переходный процесс в замкнутой системе обеспечивается при коэффициенте настройки a равном:	1. a =2 2. a =1 3. $a \geq 4$ 4. $2< a < 4$
5. Наибольшей управляемостью по скорости двигатель постоянного тока обладает при регулировании:	1. Магнитного потока 2. Тока якоря 3. Напряжения возбуждения 4. Напряжения на якоре

Тест №23

1. Какой регулятор обладает наибольшей помехозащищенностью:	1. ПИ - регулятор 2. П - регулятор 3. ПИД - регулятор 4. И – регулятор
2. В САР, построенной по принципу возмущения, используется:	1. Положительная обратная связь по регулируемой переменной 2. Отрицательная обратная связь по регулируемой переменной 3. Положительная обратная связь по возмущению 4. Отрицательная обратная связь по возмущению
3. В статической САР для оценки точности используют	1. Постоянное входное воздействие 2. Входное воздействие, изменяющееся по линейному закону 3. Синусоидальное входное воздействие 4. Ступенчатое воздействие
4. При каком значении коэффициента	1. a =1

$a = \frac{T_0}{T_\mu}$ обеспечивается настройка контура регулирования на технический (модульный) оптимум	2. a =2 3. a =3 4. a = 4
5. Наибольшей управляемостью по скорости двигатель постоянного тока обладает при регулировании:	1. Магнитного потока 2. Тока якоря 3. Напряжения возбуждения 4. Напряжения на якоре

Тест №24

1.Основной недостаток ПИД-регулятора:	1. Высокая стоимость 2. Сложность практической реализации 3. Сложность настройки параметров 4. Низкая помехозащищенность
2. В САР, построенной по принципу отклонения, используется:	1. Положительная обратная связь по регулируемой переменной 2. Отрицательная обратная связь по регулируемой переменной 3. Положительная обратная связь по возмущению 4. Отрицательная обратная связь по возмущению
3. Электромагнитная постоянная времени ДПТ это	1. $L_{яц}$ / $R_{яц}$ 2. $U_{яц}$ / $R_{яц}$ 3. $R_{яц}$ / $L_{яц}$ 4. $I_{яц}$ / $R_{яц}$
4. Координатой ЭП не является:	1. Ток якоря (статора) ЭД 2. Частота вращения вала ЭД 3. Положение вала ЭД 4. Напряжение питающей сети
5. Наибольшей управляемостью по скорости двигатель постоянного тока обладает при регулировании:	1. Магнитного потока 2. Тока якоря 3. Напряжения возбуждения 4. Напряжения на якоре

Тест №25

1.Передаточная функция ПИД-регулятора:	1. $\frac{T_u p}{1+T_1 p}$ 2. $\frac{1+T_k p}{T_u p}$ 3. $\frac{1}{T_u p}$ 4. $\frac{(1+T_2 p)(1+T_1 p)}{T_u p}$
2. Основное достоинство параметрических СУ:	1. Низкая стоимость и простота 2. Малые габариты 3. Высокое быстродействие 4. Высокая точность

3. Быстродействие контура регулирования переменной определяется:	1. Перерегулированием - σ 2. Временем переходного процесса - $t_{пп}$ 3. Временем достижения максимума регулируемой величины - $t_м$ 4. Временем первого согласования – t_1
4. Максимальным быстродействием при регулировании скорости обладает:	1. Двухконтурная система с П - регулятором скорости 2. Двухконтурная система с ПИ - регулятором скорост 3. Одноконтурная система с ПИД - регулятором скорости 4. Одноконтурная система с П - регулятором
5. Наибольшей управляемостью по скорости двигатель постоянного тока обладает при регулировании:	1. Магнитного потока 2. Тока якоря 3. Напряжения возбуждения 4. Напряжения на якоре

ИТОГОВОЕ ТЕСТОВОЕ ЗАДАНИЕ

по дисциплине: «Моделирование судового электрооборудования и средств автоматизации» специальности 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики, образовательная программа «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Общее время выполнения: 25 минут

Общая инструкция: внимательно прочитайте каждый вопрос и выберите или дайте ответ в соответствии с предложенной инструкцией.

Оцениваемые компетенции:

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

Базовый уровень:

1. Что такое моделирование – это …		
#	**Ответы**	**Ответ курсанта**
A.	замещение исследуемого объекта (оригинала) его условным описанием или другим объектом (моделью)	
B.	исследование оригинала с целью изучения его свойств	
C.	разработка структурных схем для изучения их действия	

2. В зависимости от способа моделирования выделяют следующие виды моделей: (Выберите <u>неверный</u> ответ)		
#	**Ответы**	**Ответ курсанта**
A.	математические	
B.	физические	
C.	примерные	

3. Для получения реальных результатов при моделировании модель должна быть …»		
#	Ответы	Ответ курсанта
A.	действующей	
B.	адекватной	
C.	работоспособной	

4. Одним из параметров оценки полученных результатов моделирования является точность, которая определяет …		
#	Ответы	Ответ курсанта
A.	быстродействие модели	
B.	погрешность вычислений заложенной математической системы уравнений	
C.	степень совпадения значений параметров реального объекта и модели	

5. В процессе моделирования обычно используют схемы: (Выберите неверный ответ)		
#	Ответы	Ответ курсанта
A.	принципиальные	
B.	функциональные	
C.	структурные	

Повышенный уровень:

6. Физическая модель – это …		
#	Ответы	Ответ курсанта
A.	модель, обладающая физическими свойствами	
B.	реальное воплощение физических свойств оригинала	
C.	модель для определения оптимальных управляющих воздействий	
D.	совокупность математических объектов, отражающих свойства объекта	

7. Какой параметр в передаточных функциях обозначают буквой «р»?		
#	Вопрос	Ответ курсанта
A.	Число пар полюсов	
B.	Коэффициент усиления	
C.	Оператор Лапласа	
D.	«р» - регулятор	

8. Расставьте правильную последовательность этапов моделирования. (Необходимо в строках «Ответ курсанта» вписать цифры от 1 до 5 в соответствии с правильной последовательностью)

#	Вопрос	Ответ курсанта
A.	Модель реализуется в расчетной программе	
B.	Определяется цель моделирования	
C.	Создается математическая модель	
D.	Реализуется план эксперимента	
E.	Выполняется анализ полученных результатов	

Высокий уровень:

9. Перечислите основные параметры оценки переходных процессов, полученных в результате моделирования.

Ваш ответ:

10. Чем отличаются разомкнутые и замкнутые системы регулирования?

Ваш ответ:

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Базовый уровень:

1. Как расшифровывается аббревиатура САР?		
#	**Ответы**	**Ответ курсанта**
A.	Система автоматической разгрузки	
B.	Система автоматического регулирования	
C.	Судовой автоматический регулятор	
D.	Судовой автоматический редуктор	

2. В системах регулирования применяют следующие виды обратных связей: (Выберите <u>неверное</u> утверждение)		
#	**Ответы**	**Ответ курсанта**
A.	отрицательная	
B.	нейтральная	
C.	положительная	

3. Какой параметр обозначается T_{μ}?		
#	**Ответы**	**Ответ курсанта**
A.	Постоянная запаздывания преобразователя	
B.	Малая некомпенсируемая постоянная времени	
C.	Время переходного процесса	
D.	Время достижения регулируемой величины максимального значения	

4. В статической САР для оценки точности используют:		
#	**Ответы**	**Ответ курсанта**
A.	Постоянное входное воздействие	
B.	Входное воздействие, изменяющееся по линейному закону	
C.	Синусоидальное входное воздействие	
D.	Ступенчатое воздействие	

5. В контуре регулирования скорости основным возмущающим воздействием является...		
#	Ответы	Ответ курсанта
A.	Напряжение питающей сети	
B.	Частота питающей сети	
C.	Момент нагрузки на валу двигателя	
D.	Напряжение якоря ЭД	

Повышенный уровень:

6. Наилучшей управляемостью по скорости асинхронный двигатель обладает при регулировании:		
	Ответы	Ответ курсанта
A.	напряжения питания обмотки статора	
B.	сопротивления в цепи статора	
C.	сопротивления в цепи ротора	
D.	одновременно напряжения и частоты питания обмотки статора	

7. Передаточная функция ПИ-регулятора имеет вид - …		
	Ответы	Ответ курсанта
A.	$K_П + K_Д p$	
B.	$K_П + \frac{K_И}{T_И p}$	
C.	$\frac{K_И}{T_И p}$	
D.	$\frac{(1+T_2 p)(1+T_1 p)}{T_И p}$	

8. В двухконтурной системе подчиненного регулирования скорости контур регулирования тока является …		
#	Вопрос	Ответ курсанта
A.	внутренним для контура регулирования скорости	
B.	внешним для контура регулирования скорости	
C.	внешним для контура регулирования напряжения якоря	
D.	внутренним для контура регулирования ЭДС	

Высокий уровень:

9. Что такое ПИД регулятор? Каковы его свойства?
Ваш ответ:

10. Настройка одноконтурной системы регулирования скорости на модульный оптимум требует использования … регулятора. Впишите тип регулятора и дайте пояснение.
Ваш ответ: