

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

“УТВЕРЖДАЮ”

ДЕКАН ФМА

к.т.н. Вильбергер М. Е.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Цифровые системы управления электроприводами

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль:
Электротехника, электромеханика и электротехнологии

Курс: 4 5, семестры : 8 9

Факультет мехатроники и автоматизации, заочная форма обучения

		Семестр	
№	Вид деятельности	8	9
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	4
2	Всего часов	0	144
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	16
4	Лекции, час.	2	4
5	Практические занятия, час.	0	2
6	Лабораторные занятия, час.	0	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	3
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		8
10	Самостоятельная работа, час.	0	126
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		РГЗ
12	Вид аттестации		Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №955 от 03.09.2015 г. , дата утверждения: 25.09.2015 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, вариативная, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭАПУ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете факультета мехатроники и автоматизации, протокол № 6 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, к.т.н. Глазырин М. В.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Аносов В. Н.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Аносов В. Н.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий; в части следующих результатов обучения:	
у5. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
Компетенция ФГОС: ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; в части следующих результатов обучения:	
з5. знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	
у11. уметь на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты	
Компетенция ФГОС: ПК.7 готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике; в части следующих результатов обучения:	
з1. знать основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств	

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
<i>Цифровые системы управления электроприводами</i>	
ОПК.1.у5 уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	
1.Использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.з5 знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	
2.Знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ОПК.2.у11 уметь на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты	
3.Уметь на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.7.з1 знать основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств	
4.Знать основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 8				

Дидактическая единица: Ознакомление с теорией надёжности				
1. Ведение: проблема надёжности в технике. Критерии и показатели надёжности.	0	2	3, 4	Изучение понятий безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости, технического ресурса, срока службы
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Общие положения теории надёжности				
1. Основные понятия и определения надёжности	0	0,5	3, 4	Основные понятия и определения, связанные с технической диагностикой. Техническая диагностика, дефект, обнаружение дефекта, неисправное и неработоспособное состояние объекта, определение технического состояния объекта
2. Диагностирование - средство повышения надёжности на стадии эксплуатации	0,5	0,5	1, 4	Функциональное и тестовое диагностирование. Формализованная модель объекта, алгоритмы диагностирования. Задачи диагностирования. Задачи прогнозирования. Техническое обслуживание по состоянию.
Дидактическая единица: Надёжность технических систем				
3. Количественные показатели надёжности технических систем	0	0,5	2, 3	Показатели надёжности. Их физический, аппаратный, информационный аспекты. Изменение технического состояния объектов в процессе эксплуатации.
Дидактическая единица: Функциональное диагностирование				
4. Диагностирование - средство повышения надёжности на стадии эксплуатации	0	0,5	1, 4	Функциональное диагностирование. Анализ особенностей объектов диагностирования. Математическое моделирование при функциональном диагностировании. Математические модели элемента системы. Модели элементов с сосредоточенными параметрами. Модели элементов с распределёнными параметрами. Статистические методы при формировании математической модели объекта
Дидактическая единица: Диагностические признаки и параметры				

5. Методы и алгоритмы диагностирования	0,5	0,5	1, 2	Глубина поиска дефектов и достоверность диагностирования. Алгоритмы функционирования технических средств диагностирования. Диагностические признаки и параметры. Физические параметры. Методы измерения электрических величин. Методы измерения геометрических величин.
Дидактическая единица: Диагностирование устройств ЭТ				
6. Диагностирование - средство повышения надежности на стадии эксплуатации	1	0,5	1, 4	Методы и средства диагностирования устройств ЭТ. Диагностирование ТЭД ЭТ. Диагностирование пневмооборудования. Диагностирование тормозных систем ЭТ. Диагностирование редукторов. Диагностирование токоприемников ПС ЭТ. Диагностирование тягового привода. Диагностирование контактной сети. Диагностирование рельсового пути. Организация рельсового пути. Организация диагностирования на предприятиях электрического транспорта.
7. Методы и алгоритмы диагностирования	0,5	1	2, 3	Анализ устройств ЭТ как объектов диагностирования. Задачи диагностирования устройств ЭТ. Декомпозиция объектов диагностирования. Методы и средства диагностирования устройств ЭТ по интегральным параметрам

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Надежность технических систем				
1. Количественные показатели надежности технических систем.	0	0,5	2, 3	Решение задач по выбору показателей надежности их расчет и оценка объекта по их значениям.
Дидактическая единица: Диагностические признаки и параметры				

2. Диагностирование - средство повышения надежности на стадии эксплуатации. Декомпозиция объектов диагностирования. Составление функциональных и структурных схем. Методы анализа схем.	0	0,5	1, 2, 3, 4	Ознакомление с принципами декомпозиции объектов диагностирования, составления функциональных и структурных схем, методами анализа схем. Ознакомление с методами выбора и анализа диагностических признаков и параметров на основе анализа схем объекта и его модели.
3. Методы и алгоритмы диагностирования	0	0,5	1, 2, 3, 4	Ознакомление с методами моделирования объекта диагностирования, получение навыков разработки модели и её анализа
Дидактическая единица: Диагностирование устройств ЭТ				
4. Диагностирование - средство повышения надежности на стадии эксплуатации	0,5	0,5	1, 4	Ознакомление с основными понятиями и определениями, методами анализа устройств ЭТ как объектов диагностирования. (Описание объектов, анализ источников априорной информации и их выбор).

Таблица 3.3

Темы для самостоятельного изучения	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 9				
Дидактическая единица: Диагностирование устройств ЭТ				
1. Диагностика систем электроснабжения	0	30	1, 3, 4	Изучение методов и средств диагностики систем электроснабжения.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 8				
1	Подготовка к аттестации	3, 4	2	0
: Порсев Е. Г. Электрические и электронные аппараты [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. Г. Порсев, Б. В. Малошёмов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179853 . - Загл. с экрана.				
Семестр: 9				
1	РГЗ	2, 3	36	4
: Малошёмов Б. В. Диагностика и надежность автоматизированных систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Б. В. Малошёмов, А. И. Андреев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196087 . - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 4	15	1
: Малошёмов Б. В. Диагностика и надежность автоматизированных систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Б. В. Малошёмов, А. И. Андреев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196087 . - Загл. с экрана.				

3	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4	45	3
: Порсев Е. Г. Электрические и электронные аппараты [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. Г. Порсев, Б. В. Малозёмов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179853 . - Загл. с экрана.				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	1, 3, 4	30	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.3 : Тяговый электропривод : программа и методические указания для выполнения расчетно-графической работы направления 140600 специальности 140606 - Электрический транспорт / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. Г. Порсев, Е. А. Спиридонов, Б. В. Малозёмов]. - Новосибирск, 2011. - 32, [3] с. : табл., ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000159726				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:kaf_etc@corp.nstu.ru
Консультирование	e-mail:kaf_etc@corp.nstu.ru
Размещение учебных материалов	ЭБС

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 9		
РГЗ:	30	60
Контролирующие материалы приводятся в "Малозёмов Б. В. Диагностика и надежность автоматизированных систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Б. В. Малозёмов, А. И. Андреев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196087 . - Загл. с экрана."		
Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Порсев Е. Г. Электрические и электронные аппараты [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. Г. Порсев, Б. В. Малозёмов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179853 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ОПК.1	у5. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	+	+

ОПК.2	з5. знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	+	+
	у11. уметь на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты	+	+
ПК.7	з1. знать основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и микропроцессорных устройств	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Калугин М. В. Диагностика и надежность электромеханических систем транспортного комплекса : учебник / М. В. Калугин, В. В. Бирюков. - Новосибирск, 2015. - 232, [3] с. : ил., табл., схемы
2. Малозёмов Б. В. Диагностика и надежность автоматизированных систем [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Б. В. Малозёмов, А. И. Андреев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2014]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000196087. - Загл. с экрана.
3. Порсев Е. Г. Электрические и электронные аппараты [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Е. Г. Порсев, Б. В. Малозёмов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2013]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000179853. - Загл. с экрана.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>
2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniy.com" : <http://znaniy.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Тяговый электропривод : программа и методические указания для выполнения расчетно-графической работы направления 140600 специальности 140606 - Электрический транспорт / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Е. Г. Порсев, Е. А. Спиридонов, Б. В. Малозёмов]. - Новосибирск, 2011. - 32, [3] с. : табл., ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000159726

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 MATLAB

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине «Цифровые системы управления электроприводами» приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	у5. уметь использовать специализированные программные средства при решении профессиональных задач	Диагностика систем электроснабжения Методы и алгоритмы диагностирования	РГЗ, Раздел 1	Экзамен, вопросы 1-6
ОПК.2 способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	з5. знать соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия электротехнического оборудования и систем	Методы и алгоритмы диагностирования	РГЗ, Раздел 2	Экзамен, вопросы 8-13
ОПК.2	у13. уметь на основе знания физической сущности явлений и процессов в устройствах различной физической природы выполнять применительно к ним простые технические расчеты	Количественные показатели надежности технических систем Количественные показатели надежности технических систем.	РГЗ, Раздел 1	Экзамен, вопросы 7-13
ПК.7/ПТ готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по	з1. знать основные принципы управления в технических системах с применением цифровых и	Диагностика систем электроснабжения Диагностирование - средство повышения надежности на стадии эксплуатации Основные понятия и определения надежности	РГЗ, Раздел 2	Экзамен, вопросы 14-16

заданной методике	микропроцессорных устройств			
-------------------	-----------------------------	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 9 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ПК.7/ПТ.

Экзамен проводится в устной форме, по билетам. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы уточняющего характера в рамках тематик вопросов билета.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 9 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (работа) (РГЗ(Р)). Требования к выполнению РГЗ(Р), состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ОПК.2, ПК.7/ПТ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Цифровые системы управления электроприводами», 9 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной (письменной) форме, по билетам. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-7, второй вопрос из диапазона вопросов 8-16 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет ФМА

Билет № 4

к экзамену по дисциплине «Цифровые системы управления электроприводами»

1. Случайная величина. Дайте определение функции и плотности распределения случайных величин, укажите их свойства. Привести пример закона распределения, использующегося при расчетах надежности.

2. Задача. Система привода представляется тремя последовательно соединенными (в смысле надежности) элементами: система управления, двигатель, механизм. Среднее время безотказной работы каждого элемента задано: $T_{0и} = 104$ час. $T_{0д} = 2 \times 10^4$ час. $T_{0м} = 105$ час.

Считая отказы элементов внезапными, определить среднее время безотказной работы и вероятность отказа всей системы.

Утверждаю: зав. кафедрой _____ В.Н.Аносов

(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается неудовлетворительным, если студент при ответе на вопрос не дает основных определений и не способен привести примеры из лекций и лабораторных работ, оценка составляет от 10 до 19 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на пороговом уровне, если студент при ответе на вопрос дает основные определения и приводит классификацию моделей, при этом затрудняется производить анализ структур моделей, оценка составляет от 20 до 28 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на базовом уровне, если студент знает

принципы создания моделей систем, способен анализировать результаты моделирования, однако не проявляет навыков в разработке и построении новых моделей, оценка составляет от 29 до 34 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на продвинутом уровне, если студент в совершенстве владеет вопросами моделирования и проверки результатов, способен предлагать собственные решения в вопросах разработки и построения моделей систем, оценка составляет от 35 до 40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы экзамена учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент учета баллов за экзамен в общей оценке по дисциплине равен 1.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Цифровые системы управления электроприводами»

1. Предмет теории надежности цифровых систем управления. Основные понятия теории надежности: надежность, безотказность, ремонтпригодность, отказ. Классификация отказов. Критерии надежности - признаки, по которым можно сравнить надежность различных устройств, показатели надежности.

Задача 1. Система привода представляется тремя последовательно соединенными (в смысле надежности) элементами: цифровая система управления, двигатель, механизм. Среднее время безотказной работы каждого элемента задано: $T_{0и} = 104$ час. $T_{0д} = 2 \times 10^4$ час. $T_{0м} = 105$ час.

Считая отказы элементов внезапными, определить среднее время безотказной работы и вероятность отказа всей системы.

2. Случайное событие. Сумма случайных событий, произведение случайных событий. Приведите пример применения теорем сложения и умножения вероятностей в расчетах надежности.

Задача 2. Система привода представляется тремя последовательно соединенными (в смысле надежности) элементами: источник питания, двигатель, механизм. Среднее время безотказной работы каждого элемента задано: $T_{0и} = 104$ час. $T_{0д} = 2 \times 10^4$ час. $T_{0м} = 105$ час. Считая отказы элементов внезапными, определить, как изменится вероятность отказа системы, если источник питания зарезервировать.

3. Случайная величина. Дайте определение функции и плотности распределения случайных величин, укажите их свойства. Привести пример закона распределения, использующегося при расчетах надежности.

Задача 3. В электрической цепи нагрузка подключена к источнику питания через два последовательно включенных контакта K1 и K2 разных реле. Оба реле имеют еще по одному такому же свободному контакту. Известны: вероятность безотказной работы контакта K1 ($p_1=0,7$), вероятность отказа типа "обрыв" ($q_{01}=0,3$). Соответственно: $p_2=0,8$; $q_{02}=0,1$.

Как изменится надежность контактной схемы, если свободный контакт первого реле подключить параллельно ранее включенному K1?

4. Охарактеризовать биномиальное распределение сл. вел.. Привести пример его применения при оценке надежности.

Задача 4. В электрической цепи нагрузка подключена к источнику питания через два последовательно включенных контакта K1 и K2 разных реле. Оба реле имеют еще по одному такому же свободному контакту. Известны: вероятность безотказной работы

контакта K1 ($p_1=0,7$), вероятность отказа типа "обрыв" ($q_{01}=0,3$). Соответственно: $p_2=0,8$; $q_{02}=0,1$.

Как изменится надежность контактной схемы, если свободный контакт первого реле подключить последовательно ранее включенному K1?

5. Охарактеризовать экспоненциальное распределение случайной величины. Привести пример его применения при оценке надежности.

Задача 5. В электрической цепи нагрузка подключена к источнику питания через два последовательно включенных контакта K1 и K2 разных реле. Оба реле имеют еще по одному такому же свободному контакту. Известны: вероятность безотказной работы контакта K1 ($p_1=0,7$), вероятность отказа типа "обрыв" ($q_{01}=0,3$). Соответственно: $p_2=0,8$; $q_{02}=0,1$.

Как изменится надежность контактной схемы, если свободный контакт второго реле подключить последовательно ранее включенному K1?

6. Охарактеризовать нормальное распределение случайной величины. Привести пример его применения при оценке надежности.

Задача 6. В электрической цепи нагрузка подключена к источнику питания через два последовательно включенных контакта K1 и K2 разных реле. Оба реле имеют еще по одному такому же свободному контакту. Известны: вероятность безотказной работы контакта K1 ($p_1=0,7$), вероятность отказа типа "обрыв" ($q_{01}=0,3$). Соответственно: $p_2=0,8$; $q_{02}=0,1$.

Как изменится надежность контактной схемы, если оба свободных контакта подключить последовательно ранее включенным контактам?

7. Дайте определение функции от случайных величин и случайной функции. Приведите пример случайной величины, являющейся функцией других случайных величин.

Задача 7. В электрической цепи нагрузка подключена к источнику питания через два последовательно включенных контакта K1 и K2 разных реле. Оба реле имеют еще по одному такому же свободному контакту. Известны: вероятность безотказной работы контакта K1 ($p_1=0,7$), вероятность отказа типа "обрыв" ($q_{01}=0,3$). Соответственно: $p_2=0,8$; $q_{02}=0,1$.

Как изменится надежность контактной схемы, если оба свободных контакта подключить параллельно ранее включенным контактам?

8. Сформулируйте центральную предельную теорему теории вероятностей (теорема Ляпунова). Приведите пример ее применения при расчете показателей надежности.

Задача 8. Можно считать, что защитное устройство состоит из двух независимых в смысле надежности частей: электромагнитной и механической. Интенсивности отказов обеих частей заданы: $\lambda_1=10^{-3}$ [1/час]; $\lambda_2=10^{-4}$ [1/час]. Среднее время ремонта защитного устройства $T_{0в}=20$ час. Какова вероятность нормального функционирования устройства в течении 20000 час?

9. Дать определение понятиям "доверительный интервал", "доверительная вероятность". Привести и объяснить формулы, позволяющие определить границы доверительных интервалов для параметров различных законов распределения.

Задача 9. Можно считать, что защитное устройство состоит из двух независимых в смысле надежности частей: электромагнитной и механической. Интенсивности отказов обеих частей заданы: $\lambda_1=10^{-3}$ [1/час]; $\lambda_2=10^{-4}$ [1/час]. Как изменится среднее время безотказной работы и вероятность безотказной работы защиты в течении 20000 час. Если устройство зарезервировать таким же?

10. Перечислите известные Вам показатели надежности, применяемые для оценки надежности невосстанавливаемых устройств. Дайте им определение. Укажите взаимосвязь между ними.

Задача 10. На производстве используется 5 одинаковых устройств. Вероятность отказа в течение года каждого устройства равна 0,1. Какова вероятность того, что одного запасного устройства на год достаточно для обеспечения бесперебойной работы производства?

11. Объясните порядок расчета надежности систем при внезапных отказах и последовательном соединении элементов.

Задача 11. Двигатель мощностью $N_H = 100$ кВт питается от трех преобразователей, мощностью по 40 кВт, соединенных параллельно. Вероятность того, что нагрузка на двигатель будет $N > 0,4N_H$ равна 0,5, а $P(N > 0,8N_H) = 0,2$. Вероятность отказа каждого преобразователя в этих условиях эксплуатации равна $q = 0,1$. Определить вероятность отказа привода, если за отказ считать перегрузку преобразователей или выход из строя всех преобразователей.

12. Перечислите и дайте определение известным Вам показателям надежности восстанавливаемых устройств.

Задача 12. На испытаниях находится 100 устройств защиты. Каково должно быть их суммарное время работы до первого отказа, чтобы с уверенностью 90% можно было утверждать, что среднее время безотказной работы устройства не менее 1000 часов?

13. Охарактеризуйте проблему расчета надежности относительно параметрических отказов. Сформулируйте задачу по расчету надежности относительно параметрических отказов.

Задача 13. На испытаниях находится 100 устройств защиты. Каково должно быть их суммарное время работы до второго отказа, чтобы с уверенностью 90% можно было утверждать, что среднее время безотказной работы устройства не менее 1000 часов?

14. Охарактеризуйте известные Вам методы повышения надежности. Как учитываются условия эксплуатации при расчете надежности различных электротехнических элементов?

Задача 14. На испытания на надежность было установлено 150 одинаковых устройств. Первый отказ появился через 2000 часов. Какова вероятность того, что среднее время безотказной работы устройства не менее 20 000 часов?

15. Способы резервирования систем. Расчет надежности резервированных систем при общем постоянном резервировании.

Задача 15. На надежность испытывалось 10 устройств. За время испытаний t_{II} отказов не было. С какой достоверностью можно утверждать, что вероятность безотказной работы за время равное t_{II} будет не менее 0,9.

16. Перечислите известные Вам планы статистического контроля качества массовой продукции. Объясните смысл оперативной характеристики плана контроля.

Задача 16. На производстве используется 5 одинаковых устройств. В среднем в течение года выходит из строя 2 устройства. Какова вероятность того, что одного запасного устройства на год достаточно для обеспечения бесперебойной работы производства?

Паспорт расчетно-графического задания (работы)

по дисциплине «Цифровые системы управления электроприводами», 9 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания (работы) по дисциплине студенты определяют среднее время безотказной работы устройства, считая, что закон распределения времени работы соответствует заданному, рассчитать границы доверительного интервала для среднего времени безотказной работы, с заданной достоверностью.

Строят график функции распределения для времени безотказной работы по результатам испытаний и сравнить его с графиком функции распределения заданного закона. Определяют значение вероятности безотказной работы по обоим графикам за заданное время. Кроме того, определяют: вероятность безотказной работы за 5000 часов; как изменится вероятность безотказной работы, если диоды зарезервировать.

Обязательные структурные части РГЗ:

Раздел 1. По заданным (таблица 3.2) результатам испытаний защитного устройства решить следующие задачи.

1. Определить среднее время безотказной работы устройства. Считая, что закон распределения времени работы соответствует заданному, рассчитать границы доверительного интервала для среднего времени безотказной работы, с заданной достоверностью.

2. Построить график функции распределения для времени безотказной работы по результатам испытаний и сравнить его с графиком функции распределения заданного закона. Определить значение вероятности безотказной работы по обоим графикам за заданное время.

Раздел 2. Задана силовая схема источника питания и условия его эксплуатации: температура окружающей среды, коэффициенты нагрузки элементов, влажность, уровень вибраций, соотношение между отказами типа "обрыв" и "короткое замыкание".

Считая отказы внезапными, определить:

- 1) вероятность безотказной работы за 5000 часов;
- 2) как изменится вероятность безотказной работы, если диоды зарезервировать.

2. Критерии оценки

- Работа считается *не выполненной*, если работа оформлена не в соответствии с требованиями ГОСТ, выполнены не все части РГЗ, отсутствуют расчёты параметров модели, выбор структуры модели не обоснован, качество графического материала неудовлетворительное, оценка составляет от 15 до 29 баллов.

- Работа считается выполненной *на пороговом* уровне, если работа оформлена с отклонениями от требований ГОСТ, если части РГЗ выполнены формально: анализ силовой схемы выполнен поверхностно, структура модели составлена с ошибками, электрическая схема электропривода не отвечает требованиям к ее функционированию, низкое качество графического материала, оценка составляет от 30 до 43 баллов.

- Работа считается выполненной *на базовом* уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ, если анализ силовой схемы электропривода выполнен подробно, структура модели составлена без ошибок, но без достаточного обоснования, хорошее качество графического материала, имеются проверочные расчёты установившихся режимов, оценка составляет от 44 до 51 баллов.

- Работа считается выполненной *на продвинутом* уровне, если анализ силовой схемы электропривода выполнен подробно, структура модели составлена без ошибок, с полным пояснением уравнениями и механической характеристикой, хорошее качество графического материала, имеются проверочные расчёты всех смоделированных режимов работы электропривода, оценка составляет 52 до 60 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины. Коэффициент учета баллов за РГЗ в общей оценке по дисциплине равен 1.

4. Текст задания на РГЗ

Варианты на расчетно-графическое задание выдаются преподавателем, ведущим дисциплину, индивидуально каждому студенту.

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок

Р А С Ч Е Т Н О - Г Р Ф И Ч Е С К О Е З А Д А Н И Е

по дисциплине

" Цифровые системы управления электроприводами"

201_

Утверждаю:
Зав. кафедрой ЭАПУ

“ ” 201__ г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Расчетно- графическое задание по дисциплине “Цифровые системы
управления электроприводами”

Тема: Расчёт функции распределения для времени безотказной работы

Студент: _____ Группа _____

Образовательная программа: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника,
профиль: Электротехника, электромеханика и электротехнологии

Руководитель РГЗ _____ / _____ /

РГЗ сдана на проверку ” ” 201__ г.

РГЗ защищена ” ” 201__ г.

Оценка: _____

Новосибирский государственный технический университет

Кафедра Электропривода и автоматизации промышленных установок

ЗАДАНИЕ НА РГЗ

Студент _____ Группа _____
фамилия, инициалы

1 Тема Расчёт функции распределения для времени безотказной работы.

2 Срок представления работы к защите

< > _____ 20__ г.

3 Содержание пояснительной записки:

Раздел 1. По заданным (таблица 3.2) результатам испытаний защитного устройства решить следующие задачи.

1. Определить среднее время безотказной работы устройства. Считая, что закон распределения времени работы соответствует заданному, рассчитать границы доверительного интервала для среднего времени безотказной работы, с заданной

достоверностью.

2 Построить график функции распределения для времени безотказной работы по результатам испытаний и сравнить его с графиком функции распределения заданного закона. Определить значение вероятности безотказной работы по обоим графикам за заданное время.

Раздел 2. Задана силовая схема источника питания и условия его эксплуатации: температура окружающей среды, коэффициенты нагрузки элементов, влажность, уровень вибраций, соотношение между отказами типа "обрыв" и "короткое замыкание".

Считая отказы внезапными, определить:

- 1) вероятность безотказной работы за 5000 часов;
- 2) как изменится вероятность безотказной работы, если диоды зарезервировать.

Руководитель работы _____

подпись, дата инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению _____ " _____ " _____ 201 г.

подпись

Требования, предъявляемые к оформлению РГЗ (ГОСТ 2.105-95)

1. Работа оформляется на одной стороне белой бумаги формата А4.
2. Текст пишется либо от руки, либо с применением любого технического средства. Разный стиль оформления не допускается. Размещение текста на странице: левое поле – 2.5, правое – 1.5, верхнее – 2.0, нижнее – 1.5 см.
3. Страницы текста нумеруются арабскими цифрами. Номер страницы проставляется в правом нижнем углу без точки в конце. Титульный лист и задание на курсовую работу включаются в общую нумерацию, но номера страниц на них не ставятся.
4. В тексте не разрешается сокращение слов и фраз, кроме общепринятых (стр., т.п. и т.п.). При необходимости сокращения какого-либо наименования в тексте предварительно должно быть приведено пояснение. Например: корректирующее устройство (КУ). В дальнейшем может быть использовано указанное сокращение.
5. Наименования разделов, подразделов и пунктов пояснительной записки должны в точности соответствовать заданию на курсовое проектирование.
6. Разделы работы следует начинать с нового листа.
7. Расчёты в пояснительной записке должны предваряться пояснениями и ссылками на литературу.
8. Все расчёты должны производиться по формулам. Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Первую строку пояснения начинают со слова «где» без двоеточия.
9. Буквенные (символьные) обозначения параметров или переменных не должны повторяться.
10. Формулы сначала записываются в символьном (буквенном) виде, потом вместо каждого символа проставляется его численное значение и затем результат расчёта.
11. Сложные формулы следует упрощать в символьных обозначениях и только потом подставлять численные значения и записывать результат.
12. Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку.
13. Формулы нумеруются арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.
14. Расчёты, произведённые на компьютере в каких-либо прикладных программах, должны включаться в пояснительную записку в виде распечаток в полном объёме.
15. Иллюстрации (схемы, графики, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они

- упоминались впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте.
16. Иллюстрации обозначаются словом «Рисунок», затем следует номер рисунка, тире и подрисовочная подпись. Нумеруются иллюстрации арабскими цифрами.
 17. Численные данные повторяющихся расчётов следует сводить в таблицу. Таблицы следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые или на следующей странице. На все таблицы должны быть ссылки в тексте курсовой работы.
 18. Таблицы следует нумеровать арабскими цифрами. Номер проставляется в правом верхнем углу над таблицей после слова «Таблица». Затем указывается наименование таблицы.
 19. Иллюстрации и таблицы, расположенные на отдельных страницах, включаются в общую нумерацию страниц.
 20. Список «Литература» должен содержать перечень источников, использованных при выполнении и написании работы. Источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте работы.
 21. Ссылку на источник следует указывать порядковым номером из списка «Литература», выделенным квадратными скобками. Примеры ссылок - [2], [5], стр. 12].
 22. В списке «Литература» для каждого источника приводятся: Фамилия И. О. автора, наименование, издательство, год издания и количество страниц. Примеры оформления списка:
 - 1) Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления /В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – СПб: Изд-во Профессия, 2004. – 752с.
 - 2) Аносов В.Н. Программа Matlab 6.5/ Simulink 5: учеб.пособие /В.Н. Аносов, В.В. Наумов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2007. – 104с.
 - 3) Теория автоматического управления: метод.указания к лаб. работам №1-5 для студентов III-IV курсов электромеханического факультета всех форм обучения /Новосиб. гос. техн. ун-т; [сост.: В.Н. Аносов, В.В. Наумов]. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 61с.

Структура РГЗ и рекомендации по представлению его к защите

В состав пояснительной записки должны входить:

- обложка,
- титульный лист,
- задание на РГЗ,
- текст пояснительной записки,
- литература,
- приложения (при наличии).

На проверку и защиту РГЗ представляется в полностью готовом и переплётённом виде. Переплёт можно заменить полупрозрачной папкой – скоросшивателем.

