Приложение 3 РПД Б1.В.ДВ.7.2

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»
в г. Смоленске
по учебно-методической работе
В.В. Рожков
«12» 10 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

УПРАВЛЕНИЕ И РЕГУЛИРОВАНИЕ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИКЕ

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электромеханика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Смоленск – 2015 г.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является подготовка обучающихся к производственно-технологической деятельности по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

Задачами дисциплины является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование следующих профессиональных компетенций:

ПК-8 «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса».

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- способы обеспечения заданных параметров технологического процесса и качества продукции;
- технологический процесс производства;
- современные информационные технологии и пакеты прикладных программ для измерения и контроля электромеханического оборудования.

уметь:

- выявлять приоритетные варианты управления и регулирования в электромеханике;
- использовать информационные технологии и справочный материал при проектировании систем и выборе оборудования при технологической подготовке производства;
- оценить количественные и качественные показатели процессов движения электромеханических систем;
- грамотно обосновать с технической стороны выбор конкретной электромеханической системы, отвечающей заданным требованиям.

владеть:

- информацией о современном состоянии и оборудовании электромеханических систем и навыками организации технологических процессов на производствах;
- навыками анализа, синтеза и моделирования систем электромеханических систем постоянного и переменного тока;
- навыками расчета статических характеристик, переходных процессов электромеханических систем с применением компьютерной техники, навыками работы с лабораторным электрооборудованием и измерительными приборами, обработки результатов измерений и оформления отчетов.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Управление и регулирование в электромеханике» относится к вариативной части цикла Б1 по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Управление и регулирование в электромеханике» базируется на следующих дисциплинах:

Б1.Б.11Электротехническое и конструкционное материаловедение

Б1.Б.20 Информационно-измерительная техника

Б1.В.ОД.4 Электроника
Б1.В.ОД.6 Элементы систем автоматики
Б1.В.ОД.7 Электромеханические системы
Б1.В.ОД.11 Электрические и электронные аппараты
Б1.В.ДВ.3.1 Физические измерения и обработка их результатов

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для:

Б2.П.1 Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности).

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ДВ.7.2	
Часов (всего) по учебному плану:	180	7 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	5	7 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0.5;18	7 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0.5;18	7 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	1;36	7 семестр
Курсовая работа	0.5;18	7 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1.5;54	7 семестр
Экзамен (ЗЕТ, часов)	1;36	7 семестр

Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Изучение материалов лекций (лк)	-
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0.5, 18
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (лаб)	0.5, 18
Выполнение расчетно-графической работы (реферата)	-
Выполнение курсового проекта (работы)	1.0, 18
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	-
Подготовка к контрольным работам	-
Подготовка к тестированию	-
Подготовка к зачету	-
Всего:	1.5, 54
Подготовка к экзамену	1.0, 36

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)					
			лк	пр	лаб	кр	СРС	в т.ч. интер тер-акт.
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*		*7*	*8*
1	Тема 1. Общие вопросы регулирования координат электромеханических систем	16	2	4	4		6	
2	Тема 2. Регулирование момента в системе управляемый преобразователь двигатель (УП-Д)	18	4	4	4		6	
3	Тема 3. Регулирование скорости электромеханических систем в системе УП-Д	22	4	4	8		6	
4	Тема 4. Регулирование момента и скорости в других электромеханических системах	22	4	4	8		6	
5	Тема 5. Регулирование положения	18	2	2	8		6	
6	Тема 6 Многодвигательные электромеханические системы	12	2	-	4		6	
7	Курсовая работа	36				18	18	
	Всего 180 часов по видам учебных занятий (включая 36 часов на подготовку к экзамену)		**18**	**18**	**36**	**18**	**54**	**-**

Содержание по видам учебных занятий

Тема 1. Общие вопросы регулирования координат электромеханических систем

Лекция №1. Основные задачи регулирования координат электропривода. Способы регулирования координат и их основные показатели. Связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура. Оценка точности автоматического регулирования координат частотным методом. Передаточные функции ошибки по заданию и возмущению. Связь требуемой точности в статических и астатических системах с ЛАЧХ разомкнутого контура Оценка качества автоматического регулирования координат частотным методом. Связь показателей колебательности, быстродействия и перерегулирования с ЛЧХ разомкнутого контура. Метод последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат. Суммарная некомпенсируемая постоянная времени T_{μ} Зависимость показателей регулирования от коэффициента $a=T_0/T_{\mu}$. Настройка контура регулирования на технический оптимум (2 часа).

Практическое занятие №1. Определение передаточной функции регулятора при последовательной коррекции. Принцип подчиненного регулирования координат. Зависимость величины некомпенсируемой постоянной от числа внутренних контуров регулирования (2 часа).

Практическое занятие №2. Настройка контура регулирования на симметричный оптимум. Показатели такого регулирования. Обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель (УП–Д). Система уравнений, параметры и структурные схемы системы УП–Д (2 часа).

Лабораторная работа №26. «Исследование статических характеристик электропривода постоянного тока с магнитным усилителем» (4 часа).

Самостоятельная работа 1. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (изучение методических указаний и лекций) (2 часа). Подготовка к практическим занятиям №1 и №2 (4 часа). Выполнение курсовой работы (4 часа). (Всего к теме №1 – 6 часов.)

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, по выполнению курсовой работы.

Тема 2. Регулирование момента в системе управляемый преобразователь двигатель

Лекция №2. Автоматическое регулирование момента в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту. Структурная схема, уравнения динамической и статической механических характеристик электропривода. Механические характеристики при автоматическом регулировании момента. Автоматическое регулирование момента в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту и положительной обратной связью по скорости. Уравнение статической характеристики. Критическая положительная связь по скорости. Механические характеристики в такой системе. Анализ динамических свойств (точности, колебательности) электропривода по системе УП–Д с автоматическим регулированием момента (2 часа).

Лекция №3. Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д. Статические механические характеристики электропривода с ПИ-регулятором момента. Динамические свойства контура при настройке на технический оптимум (2 часа).

Практическое занятие №3. Анализ статических и динамических ошибок регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции. Влияние внутренней обратной связи по скорости на динамические характеристики электропривода (2 часа).

Практическое занятие №4. Расчет параметров унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д (2 часа).

Лабораторная работа № 27. «Исследование систем стабилизации координат электропривода с источником тока» (4 часа).

Самостоятельная работа 2. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (изучение методических указаний и лекций) (2 часа). Подготовка к практическим занятиям №3 и №4 (4 часа). Выполнение курсовой работы (4 часа). (Всего к теме №2 – 6 часов.)

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, по выполнению курсовой работы.

Тема 3. Регулирование скорости электромеханических систем в системе УП–Д

Лекция №4. Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости. Уравнения динамической и статической механических характеристик. Статические характеристики и динамические свойства при различных коэффициентах обратной связи по скорости Автоматическое регулирование скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по моменту (2 часа).

Лекция №5. Свойства электропривода по системе УП–Д при настройке контура скорости на технический оптимум. Статические характеристики электропривода при двухконтурной системе регулирования. Ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП–Д с П-регулятором скорости. Графики переходных процессов. (2 часа).

Практическое занятие №5. Расчет параметров контура регулирования скорости в двухконтурной системе ТП–Д. Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости в системе УП–Д на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости (2 часа).

Практическое занятие №6. Особенности управления асинхронным электроприводом по системе ПЧ–АД (2 часа).

Лабораторная работа №28. «Статические характеристики двигателя постоянного тока (ДПТ) независимого возбуждения в системе электропривода с различными обратными связями» (4 часа).

Лабораторная работа №30. «Исследование системы тиристорный преобразователь–двигатель с модальным управлением» (4 часа).

Самостоятельная работа 3. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (изучение методических указаний и лекций) (2 часа). Подготовка к практическим занятиям №5 и №6 (4 часа). Выполнение курсовой работы (4 часа). (Всего к теме №3 – 6 часов.)

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, по выполнению курсовой работы.

Тема 4. Регулирование момента и скорости в других в других электромеханических системах.

Лекция №6. Регулирование момента электропривода постоянного тока в системе источник тока – двигатель (ИТ–Д). Механические характеристики при индуктивно-емкостном источнике тока. Регулирование скорости электропривода постоянного тока в системе (ИТ–Д) с обратной связью по скорости или напряжению на якоре, механические характеристики. Использование последовательной коррекции для регулирования тока возбуждения двигателя (2 часа).

Лекция №7. Реостатное регулирование момента и скорости электроприводов постоянного и переменного тока в разомкнутой системе. Ступенчатый пуск при поддержании постоянства среднего значения пускового момента двигателя. Реостатное регулирование скорости и его показатели. Автоматическое регулирование координат асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Принципы построения замкнутых систем электропривода. Обратные связи для стабилизации скорости электропривода (2 часа).

Практическое занятие №7. Расчет статических механических характеристик асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора в замкнутой системе (2 часа).

Практическое занятие №8. Динамические свойства замкнутых систем асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Расчет переходных процессов (2 часа).

Лабораторная работа №29. «Исследование систем стабилизации координат асинхронного электропривода с тиристорным регулятором напряжения» (4 часа).

Лабораторная работа №31. «Исследование систем стабилизации координат асинхронного электропривода с импульсным регулятором в роторной цепи» (4 часа).

Самостоятельная работа 4. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (изучение методических указаний и лекций) (2 часа). Подготовка к практическим занятиям №7 и №8 (4 часа). Выполнение курсовой работы (4 часа). (Всего к теме №4 – 6 часов.)

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, по выполнению курсовой работы.

Тема 5. Регулирование положения

Лекция №8. Точное позиционирование. Влияние отклонения параметров на точность позиционирования. Пути уменьшения ошибки позиционирования. Автоматическое регулирование положения (пути) по отклонению. Трехконтурная система УП–Д для регулирования положения. Определение передаточной функции регулятора положения Переходные процессы при точной остановке и отработке дозированных перемещений позиционным электроприводом с пропорциональным регулятором положения. Регулятор положения с параболической характеристикой (2 часа).

Практическое занятие №9. Понятие о следящем электроприводе. Ошибки следящего электропривода и пути их уменьшения (2 часа).

Лабораторная работа №33. «Исследование системы стабилизации координат в тиристорном электроприводе постоянного тока с подчиненным регулированием координат» (8 часов).

Самостоятельная работа 5. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (изучение методических указаний и лекций) (2 часа). Подготовка к практическим занятиям №9 (2часа). Выполнение курсовой работы (4 часа). (Всего к теме №5 – 6 часов.)

Тема 6. Многодвигательные электромеханические системы

Лекция №9. Особенности многодвигательных электроприводов. Двухдвигательный электропривод с механической связью между двигателями. Способы выравнивания нагрузки двигателей. Использование двухдвигательного электропривода для получения специальных механических характеристик. Многодвигательный асинхронный электропривод с общим импульсным регулятором в роторной цепи. Особенности работы электропривода при отсутствии и наличии механической связи. Многодвигательный электропривод по системе электрического вала. Разновидности систем электрического вала: с уравнительными машинами, с преобразователем частоты и машинами двойного питания, с общим реостатом. Порядок пуска рассмотренных систем. Сравнительные достоинства и недостатки различных систем электрического вала. Заключение (2 часа).

Лабораторная работа №32. «Исследование системы стабилизации координат в тиристорном электроприводе постоянного тока с суммирующим усилителем» (4 часа).

Самостоятельная работа 6. Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы (изучение методических указаний и лекций) (2 часа). Выполнение и подготовка к защите курсовой работы (4 часа). (Всего к теме №6 – 6 часов.)

Текущий контроль – устный опрос при проведении допуска к лабораторным работам, защита лабораторных работ, по выполнению и защите курсовой работы.

Лекционные занятия (в количестве 36 часов) проводятся в интерактивной форме (используются технологии типа «лекция-провокация», т.е. в процессе лекции делается преднамеренная ошибка с последующим опросом студентов на следующей лекции и организацией диалога «преподаватель-студент», «студент-студент» с целью выявления ошибки и установления истины).

Лабораторные работы: учебно-методическое и информационное обеспечение лабораторных работ №26, №28, №30, №32, №33, №27, №29 и №31 изложено в учебном приложении к РПД.

Тематика **курсовой работы**:

Электроприводы с различными вариантами построения системы стабилизации скорости (с подчиненным регулированием координат, с общим суммирующим усилителем, с модальным управлением и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине: экзамен

Изучение дисциплины заканчивается экзаменом. Они проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:
демонстрационные слайды лекций по дисциплине, примеры решения задач и методические указания по самостоятельной работе, при подготовке к практическим занятиям и лабораторным работам. (см. Приложение к РПД)

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-8.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).

2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, лабораторные работы, выполнении курсовой работы, самостоятельная работа студентов).

3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе защит лабораторных работ, а также решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи экзамена.

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенций ПК-8 «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в отчетах студента по лабораторным работам, практическим занятиям, курсовой работе. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, защитах лабораторных работ и курсовой работы, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание **знания** обучающимися:

- способов обеспечения заданных параметров технологического процесса и качества продукции;
- технологического процесса производства;
- современных информационных технологий и пакетов прикладных программ для измерения и контроля электромеханического оборудования.

наличие **умения**:

- выявлять приоритетные варианты управления и регулирования в электромеханике;
- использовать информационные технологии и справочный материал при проектировании систем и выборе оборудования при технологической подготовке производства;
- оценить количественные и качественные показатели процессов движения электромеханических систем;
- грамотно обосновать с технической стороны выбор конкретной электромеханической системы, отвечающей заданным требованиям.

– присутствие **навыка:**

- владения информацией о современном состоянии и оборудовании электромеханических систем и навыками организации технологических процессов на производствах;
- анализа, синтеза и моделирования систем электромеханических систем постоянного и переменного тока;
- расчета статических характеристик, переходных процессов электромеханических систем с применением компьютерной техники, навыками работы с лабораторным электрооборудованием и измерительными приборами, обработки результатов измерений и оформления отчетов.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты лабораторных работ, курсовой работы, в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций ПК-8 **в процессе защиты лабораторных работ** как формы текущего контроля.

На защите соответствующих лабораторных работ задается 2 вопроса из примерного перечня:

1. Каким образом изменится вид статической электромеханической характеристики с одной из непрерывных обратных связей, если изменить соответственно:
   а) коэффициент обратной связи;
   б) коэффициент усиления преобразователя;
   в) величину задающего напряжения;
   г) магнитный поток двигателя?
2. Как изменится вид статической электромеханической характеристики электропривода с заданной отрицательной обратной связью по току якоря, если изменить соответственно:
   а) напряжение пробоя стабилитрона (опорное напряжение) в цепи обратной связи по току;
   б) величину задающего напряжения;
   в) коэффициент обратной связи по току;
   г) магнитный поток двигателя?
3. В чём состоит физическая сущность получения жёстких характеристик в замкнутых системах электропривода?
4. С какой предельной жесткостью могут быть получены характеристики в системах электропривода с обратными связями по напряжению, току, скорости?
5. Как рассчитать и настроить параметры элементов операционных усилителей?
6. Каким образом реализовать токоограничение с помощью блока токовой отсечки?
7. Как изменятся статические характеристики в замкнутой системе, если изменить общий коэффициент усиления суммирующего усилителя?
8. Почему при увеличении коэффициента положительной обратной связи по току якоря система становится неустойчивой?
9. Каким образом происходит ограничение тока якоря в системе с положительной обратной связью по скорости?
10. Как изменится качество динамических характеристик системы электропривода, если изменить коэффициент обратной связи?
11. Чем определяется динамический ток двигателя в системе с задатчиком интенсивности?
12. Чем определяется динамический ток двигателя в системе электропривода с задержанной отрицательной связью по току якоря при подаче сигнала задания скачком?
13. Чем определяется статическая ошибка регулирования скорости в однократно- и двухкратноинтегрирующей системах?
14. Изобразите и объясните ЛАЧХ контура тока и контура скорости при настройке на технический оптимум.
15. Изобразите и объясните ЛАЧХ контура скорости при настройке на симметричный оптимум.

16.Почему для ограничения тока якоря необходимо ограничивать выходное напряжение регулятора скорости?

17.Нарисуйте и объясните графики переходных процессов при пуске двигателя "под отсечку".

18.Каким образом происходит пуск в системе с двухзонным регулированием?

19.Какие параметры влияют на точность позиционирования в системе регулирования положения?

21.Поясните необходимость применения узла защиты индуктивно-емкостного источника тока (ИТ) и его работу.

22.Каков аварийный режим работы для ИТ? Почему?

23.Какие параметры оказывают влияние на жесткость статических механических характеристик системы стабилизации скорости с ИТ?

24.Как и в каких пределах регулируется скважность при широтно-импульсном управлении коммутатором?

25.Какие статические характеристики можно получить в разомкнутой СУЭП при широтно-импульсном управлении коммутатором, если скважность переменна и коммутируется *R1*- или *R1C1*-цепь?

26.Каким образом можно ограничить выпрямленный ток ротора в асинхронном электроприводе с импульсным регулятором?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций ПК-8 «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса» в процессе защиты курсовой работы как формы текущего контроля.

В процессе защиты курсовой работы студенту задается 2 вопроса из следующего примерного перечня:

1. Для чего необходимо регулирование координат электропривода? Какие ограничения накладываются на режимы работы двигателя?

2. Каким целям служит регулирование координат? Какие способы регулирования координат Вы знаете?

3. Охарактеризуйте основные показатели регулирования координат.

4. Какова связь требуемой точности регулирования в статических и астатических системах с ЛАЧХ разомкнутого контура?

5. Какова связь показателей регулирования: колебательности, быстродействия и перерегулирования с ЛЧХ разомкнутого контура?

6. В чем суть метода последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат? Что представляет собой некомпенсируемая постоянная времени Tμ? Какова желаемая передаточная функция разомкнутого контура регулирования?

7. От чего зависит колебательность и быстродействие замкнутого контура регулирования? Как производится настройка контура регулирования на технический оптимум?

8. Как определяется передаточная функция регулятора? Почему ограничено применение ПИД-регулятора и более сложных регуляторов?

9. В чем заключается принцип подчиненного регулирования координат? Как изменяется некомпенсируемая постоянная при увеличении числа контуров регулирования?

10.Как настраивается контур регулирования на симметричный оптимум? Какие показатели регулирования при такой настройке?

11.Что представляет собой обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель

(УП–Д)? Какие уравнения, параметры и структурные схемы для системы УП–Д?

12.Изобразите структурную схему автоматического регулирования скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости. Как влияет коэффициент обратной связи по скорости на статические характеристики и динамические свойства электропривода?

13. Нарисуйте структурную схему, напишите уравнения для системы УП–Д при настройке контура скорости на технический оптимум. От чего зависит жесткость статической механической характеристики при такой настройке?

14.Охарактеризуйте ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП–Д с П-регулятором скорости. Нарисуйте графики переходных процессов при скачке и линейном нарастании задающего сигнала.

15.Какими свойствами обладает электропривод по системе УП–Д при настройке контура регулирования скорости на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости?

16.Изобразите схему замещения асинхронного двигателя в статическом режиме при частотном управлении и охарактеризуйте ее параметры.

17.С какой целью в системах частотного управления асинхронным электроприводом используется преобразование переменных от неподвижной системы координат к вращающейся системе и наоборот?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Критерии оценивания уровня сформированности компетенций ПК-8 «способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса» в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Оценивается активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Способность называть при устном ответе основные расчетные формулы соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельное решение части вопросов – соответствует продвинутому уровню; в дополнение к продвинутому – способность рассчитать задачу в полном объеме с соответствующими пояснениями соответствует эталонному уровню.

Сформированность уровня компетенции не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является экзамен, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно". Экзамен по дисциплине проводится в устной форме.

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический ха-

рактер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомый с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплины (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и приложениеу к диплому выносится оценка экзамена по дисциплине за 7 семестр.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу):

1. Для чего необходимо регулирование координат электропривода? Какие ограничения накладываются на режимы работы двигателя?
2. Охарактеризуйте основные показатели регулирования координат.
3. Какова связь требуемой точности регулирования в статических и астатических системах с ЛАЧХ разомкнутого контура?
4. В чем суть метода последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат? Что представляет собой некомпенсируемая постоянная времени T_{μ}? Какова желаемая передаточная функция разомкнутого контура регулирования?
5. Как определяется передаточная функция регулятора? Почему ограничено применение ПИД-регулятора и более сложных регуляторов?
6. Как настраивается контур регулирования на симметричный оптимум? Какие показатели регулирования при такой настройке?
7. Напишите уравнения и изобразите структурную схему и механические характеристики электропривода по системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту.

8. Как влияет введение отрицательной обратной связи по моменту на динамические свойства электропривода по системе УП–Д?

9. Какими динамическими свойствами обладает контур момента в системе УП–Д при настройке на технический оптимум?

10. Как влияет внутренняя обратная связь по скорости на точность регулирования момента в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции?

11. Напишите уравнения и изобразите структурную схему и механические характеристики электропривода по системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту.

12. Как влияет введение отрицательной обратной связи по моменту на динамические свойства электропривода по системе УП–Д?

13. Какими динамическими свойствами обладает контур момента в системе УП–Д при настройке на технический оптимум?

14. Как влияет внутренняя обратная связь по скорости на точность регулирования момента в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции?

15. Изобразите структурную схему автоматического регулирования скорости в системе УП–Д с отрицательной обратной связью по скорости. Как влияет коэффициент обратной связи по скорости на статические характеристики и динамические свойства электропривода?

16. Охарактеризуйте ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП–Д с П-регулятором скорости. Нарисуйте графики переходных процессов при скачке и линейном нарастании задающего сигнала.

17. Какими свойствами обладает электропривод по системе УП–Д при настройке контура регулирования скорости на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости?

Вопросы по приобретению и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной
(примеры вопросов к практическим занятиям, лабораторным работам)

1. Каким целям служит регулирование координат? Какие способы регулирования координат Вы знаете?

2. Как выводится формула для определения суммарной ошибки замкнутого контура регулирования?

3. Какова связь показателей регулирования: колебательности, быстродействия и перерегулирования с ЛЧХ разомкнутого контура?

4. От чего зависит колебательность и быстродействие замкнутого контура регулирования? Как производится настройка контура регулирования на технический оптимум?

5. В чем заключается принцип подчиненного регулирования координат? Как изменяется некомпенсируемая постоянная при увеличении числа контуров регулирования?

6. Что представляет собой обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель (УП–Д)? Какие уравнения, параметры и структурные схемы для системы УП–Д?

7. Какие свойства приобретает электропривод по системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту, если дополнительно ввести положительную обратную связь по скорости? Напишите уравнения и изобразите структурную схему и механические характеристики для этого случая.

8. Каким образом осуществляется последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д? Изобразите структурную схему и статические механические характеристики электропривода.

9. Как определить статические и динамические ошибки регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции?

10. Как рассчитываются параметры унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д?

11. Какие свойства приобретает электропривод по системе УП–Д с отрицательной обратной связью по моменту, если дополнительно ввести положительную обратную связь по скорости? Напишите уравнения и изобразите структурную схему и механические характеристики для этого случая.

12. При каких перемещениях возможно использовать пропорциональный регулятор положения?

13. Как определить статические и динамические ошибки регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП–Д, оптимизированной методом последовательной коррекции?

14. Как рассчитываются параметры унифицированного контура регулирования тока в системе ТП–Д?

15. Нарисуйте структурную схему, напишите уравнения для системы УП–Д при настройке контура скорости на технический оптимум. От чего зависит жесткость статической механической характеристики при такой настройке?

16. Как производится расчет параметров контура регулирования скорости в двухконтурной системе ТП–Д с П-регулятором скорости? Как рассчитываются и строятся механические характеристики?

17. Каким образом осуществляется последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП–Д? Изобразите структурную схему и статические механические характеристики электропривода.

Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к экзамену)

1. Основные задачи регулирования координат электропривода. Способы регулирования координат и их основные показатели.

2. Связь показателей регулирования с ЛАЧХ разомкнутого контура. Оценка точности автоматического регулирования координат частотным методом. Передаточные функции ошибки по заданию и возмущению. Связь требуемой точности в статических и астатических системах с ЛАЧХ разомкнутого контура.

3. Оценка качества автоматического регулирования координат частотным методом. Связь показателей колебательности, быстродействия и перерегулирования с ЛЧХ разомкнутого контура.

4. Метод последовательной коррекции с подчиненным регулированием координат. Суммарная некомпенсируемая постоянная времени T_μ Зависимость показателей регулирования от коэффициента $a=T_o/T_\mu$. Настройка контура регулирования на технический оптимум.

5. Определение передаточной функции регулятора при последовательной коррекции. Принцип подчиненного регулирования координат. Зависимость величины некомпенсируемой постоянной от числа внутренних контуров регулирования.

6. Настройка контура регулирования на симметричный оптимум. Показатели такого регулирования.

7. Обобщенная система управляемый преобразователь - двигатель (УП-Д). Система уравнений, параметры и структурные схемы системы УП-Д.

8. Автоматическое регулирование момента в системе УП-Д с отрицательной обратной связью по моменту. Структурная схема, уравнения динамической и статической механических характеристик электропривода. Механические характеристики при автоматическом регулировании момента.

9. Автоматическое регулирование момента в системе УП-Д с отрицательной обратной связью по моменту и положительной обратной связью по скорости. Уравнение статической характеристики. Критическая положительная связь по скорости. Механические характеристики в такой системе.

10. Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП-Д. Статические механические характеристики электропривода с ПИ-регулятором момента. Динамические свойства контура при настройке на технический оптимум.

11. Определение передаточной функции регулятора тока при настройке контура тока в системе ТП-Д на технический оптимум.

12. Анализ статических и динамических ошибок регулирования момента по управлению и возмущению в системе УП-Д, оптимизированной методом последовательной коррекции. Влияние внутренней обратной связи по скорости на динамические характеристики электропривода.

13. Автоматическое регулирование скорости в системе УП-Д с отрицательной обратной связью по скорости. Уравнения динамической и статической механических характеристик. Статические характеристики и динамические свойства при различных коэффициентах обратной связи по скорости.

14. Автоматическое регулирование скорости в системе УП-Д с отрицательной обратной связью по скорости и положительной обратной связью по моменту.

15. Свойства электропривода по системе УП-Д при настройке контура скорости на технический оптимум. Статические характеристики электропривода при двухконтурной системе регулирования.

16. Определение передаточной функции регулятора скорости при настройке двухконтурной системы ТП-Д на технический оптимум. Механические характеристики.

17. Ошибки регулирования скорости по управляющему и возмущающему воздействиям в двухконтурной системе УП-Д с П-регулятором скорости. Графики переходных процессов.

18. Свойства электропривода при настройке контура регулирования скорости в системе УП-Д на симметричный оптимум при интегрально-пропорциональном регуляторе скорости.

19. Регулирование момента электропривода постоянного тока в системе источник тока - двигатель (ИТ-Д). Механические характеристики при индуктивно-емкостном источнике тока.

20. Регулирование скорости электропривода постоянного тока в системе (ИТ-Д) с обратной связью по скорости или напряжению на якоре, механические характеристики.

21. Реостатное регулирование момента и скорости электроприводов постоянного и переменного тока в разомкнутой системе. Ступенчатый пуск при поддержании постоянства среднего значения пускового момента двигателя. Реостатное регулирование скорости и его показатели.

22. Автоматическое регулирование координат асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора. Принципы построения замкнутых систем электропривода. Обратные связи для стабилизации скорости электропривода.

23. Точное позиционирование. Влияние отклонения параметров на точность позиционирования. Пути уменьшения ошибки позиционирования.

24. Автоматическое регулирование положения (пути) по отклонению. Трехконтурная система УП-Д для регулирования положения. Определение передаточной функции регулятора положения.

25. Переходные процессы при точной остановке и отработке дозированных перемещений позиционным электроприводом с пропорциональным регулятором положения. Регулятор положения с параболической характеристикой.

26. Особенности многодвигательных электроприводов. Двухдвигательный электропривод с механической связью между двигателями. Способы выравнивания нагрузки двигателей. Использование двухдвигательного электропривода для получения специальных механических характеристик.

27. Многодвигательный асинхронный электропривод с общим импульсным регулятором в роторной цепи. Особенности работы электропривода при отсутствии и наличии механической связи.

28. Многодвигательный электропривод по системе электрического вала. Разновидности систем электрического вала: с уравнительными машинами, с преобразователем частоты и машинами двойного питания, с общим реостатом. Порядок пуска рассмотренных систем. Сравнительные достоинства и недостатки различных систем электрического вала.

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в учебных пособиях и методических рекомендациях по изучению курса «Управление и регулирование в электромеханике», к выполнению и защите лабораторных работ, к выполнению расчетно-графической работы и заданий на самостоятельную работу (приложение к настоящей РПД).

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Фролов, Ю.М. Проектирование электропривода промышленных механизмов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2014. – 447 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44766.
2. Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.М. Фролов, Шелякин В. П. – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2012. – 367 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3185.

б) дополнительная литература:

1. Данилов П.Е. Основы теории электропривода. Часть вторая. Конспект лекций по курсу «Теория электропривода» [Текст]: **конспект лекций** /П.Е. Данилов. – 2-е изд. испр. и доп. – Смоленск, 2014. – 152 с.
2. Данилов П.Е. Теория электропривода. [Текст]: монография / П.Е. Данилов, В.А. Барышников, В.В. Рожков. – Смоленск, 2014. – 348 с.

в) технические и профессиональные справочники, обеспечивающие практическую деятельность по дисциплине:

1. Машиностроение. Энциклопедия/ред. совет: К.В.Фролов (пред.) и др. М.: Машиностроение. Электроприводы. Т. IV-2 / Л.Б. Масандилов, Ю.Н. Сергиевский, С.К. Козырев и др.; под общ. ред. Л.Б. Масандилова, 2012. 520 с.: ил.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины

http://elektr-motory.ru/index.php?action=list_category&id=520 Курс лекций по системам управления электроприводов.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в две недели, практические занятия один раз в две недели, выполнение курсовой работы и восемь 4-хчасовых лабораторных работ с четырьмя часами на защиту, выполняемые по отдельному графику. Изучение курса завершается экзаменом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях и лабораторных работах, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для пони-

мания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратится за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Практические (семинарские) занятия составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Основная цель проведения практических (семинарских) занятий - формирование у студентов аналитического, творческого мышления путем приобретения практических навыков.

Методические указания к практическим (семинарским) занятиям по дисциплине наряду с рабочей программой и графиком учебного процесса относятся к методическим документам, определяющим уровень организации и качества образовательного процесса.

Содержание практических (семинарских) занятий фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

Важнейшей составляющей любой формы практических занятий являются упражнения (задания). Основа в упражнении - пример, который разбирается с позиций теории, развитой в лекции. Как правило, основное внимание уделяется формированию конкретных умений, навыков, что и определяет содержание деятельности студентов - решение задач, графические работы, уточнение категорий и понятий науки, являющихся предпосылкой правильного мышления и речи.

Практические (семинарские) занятия выполняют следующие задачи:

стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы, а также внимательное отношение к лекционному курсу;

закрепляют знания, полученные в процессе лекционного обучения и самостоятельной работы над литературой;

расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков;

позволяют проверить правильность ранее полученных знаний;

прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления;

способствуют свободному оперированию терминологией;

предоставляют преподавателю возможность систематически контролировать уровень самостоятельной работы студентов.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объём выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы).

По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Дисциплины, по которым планируются лабораторные работы и их объемы, определяются рабочими учебными планами.

Содержание лабораторных работ фиксируется в РПД в разделе 4 настоящей программы.

При планировании лабораторных работ следует учитывать, что наряду с ведущей целью - подтверждением теоретических положений - в ходе выполнения заданий у студентов формируются практические умения и навыки обращения с лабораторным оборудованием, аппаратурой и пр., которые могут составлять часть профессиональной практической подготовки, а также исследовательские умения (наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимости, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследование, оформлять результаты).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

При подготовке к **экзамену** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольку типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

При проведении **лекционных** занятий предусматривается использование систем мультимедиа.

При проведении **лабораторных работ** предусматривается использование специальной лаборатории, оборудованной стендами для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Управление и регулирование в электромеханике».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Практические занятия по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные работы по данной дисциплине проводятся в учебной лаб. Б-111 «Системы управления электроприводов».

В основное оборудование указанной лаборатории входит оборудование, необходимое для проведения лабораторных работ по дисциплине «Управление и регулирование в электромеханике».

Автор:
канд. техн. наук, доцент В.А. Барышников

Зав. кафедрой ЭМС,
канд. техн. наук, доцент В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры ЭМС от 12.10.2015 года, протокол № 3.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изменения в данный экземпляр	Дата внесения изменения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10