

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
И.В. Макурин  
12 20 17г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Моделирование и экспериментальное

исследование электроприводов»

основной профессиональной образовательной программы

подготовки магистров по направлению

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»,

профиль «Электропривод и автоматика»

Форма обучения Заочная

Технология обучения Традиционная

Комсомольск-на-Амуре 20\_\_

Автор рабочей программы  
доцент кафедры ЭПАПУ

  
Д.В. Урасов  
« 09 » 10 20 17 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки

  
И.А. Романовская  
« 04 » 11 20 17 г.

Заведующий кафедрой ЭПАПУ

  
В.А. Соловьев  
« 01 » 11 20 17 г.

Декан электротехнического факультета

А.С. Гудим  
« 02 » 11 20 17 г.

Начальник учебно-методического  
управления

  
Е.Е. Поздеева  
« 23 » 11 20 17 г.

## Введение

Рабочая программа дисциплины «Моделирование и экспериментальное исследование электроприводов» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.11.2014 № 1500, и основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

## 1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	<i>Моделирование и экспериментальное исследование электроприводов</i>							
Цель дисциплины	Подготовка высококвалифицированного специалиста, владеющего основными методами по созданию и применению современных локальных автоматизированных систем управления технологическими процессами с использованием новейших средств и систем автоматизации и умеющего выполнять исследовательские и расчетные работы по созданию и применению автоматических систем с широким использованием современных средств вычислительной техники.							
Задачи дисциплины	- изучить методы построения и анализа современных локальных автоматизированных систем управления технологическими процессами с использованием промышленных логических контроллеров; - выполнять исследовательские и расчетные работы по созданию и применению современных локальных автоматизированных систем управления технологическими процессами с использованием промышленных логических контроллеров; - выполнение исследовательских и расчетных работ в области построения и использования динамических моделей для диагностирования систем автоматического управления с применением современных программных средств.							
Основные разделы дисциплины	- Современные автоматизированные системы управления технологическими процессами. - Семейство PLC SIMATIC S7-300. Модули CPU семейства SIMATIC S7-300. - Современный электрический привод.							
Общая трудоемкость дисциплины	3 з.е. / 108 академических часов							
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
		Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
2 семестр	8	12		-	88	-	108	
ИТОГО:	8	12		-	88	-	108	

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина *«Моделирование и экспериментальное исследование электроприводов»* нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ПК-8 способностью применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	З1(ПК-8-1) Основные методы анализа существующих систем электропривода	У1(ПК-8-1) Уметь применять методы анализа систем электропривода при разработке и проектировании	Н1(ПК-8-1) Приемами анализа систем электропривода при выборе оборудования в ходе проектирования
	З2(ПК-8-1) Основные программные средства моделирования систем электропривода	У2(ПК-8-1) Применять специализированные средства моделирования для анализа и синтеза систем электропривода	Н2(ПК-8-1) Приемами моделирования узлов и систем электропривода с помощью специализированных средств

### **3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина *«Моделирование и экспериментальное исследование электроприводов»* изучается на 1 курсе в 2 семестре.

Дисциплина является *дисциплиной по выбору* входит, в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к *вариативной* части.

Знания, умения и навыки, сформированные дисциплиной *«Моделирование и экспериментальное исследование электроприводов»* являются основной для успешного выполнения выпускной квалификационной работы.

*Входной контроль при изучении дисциплины не проводится.*

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	20
В том числе:	
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	8
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	12
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа,</b> включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	88
Промежуточная аттестация обучающихся – зачет с оценкой	-

## 5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				компетенции	ЗУН
1	2	4	3	5	6
<b>Раздел 1 Моделирование и экспериментальное исследование электроприводов</b>					
<b>Тема 1</b> Современные АСУ на базе ПЛК SIEMENS. Три уровня при построении АСУ ТП. Понятие дискретной системы. Квантование. Ввод/вывод сигналов	Лекция	1	традиционная лекция	ПК-8	32(ПК-8-1)
<b>Тема 2</b> Подготовка к вводу в эксплуатацию станции автоматизации S7-300. Понятия носитель, профильная шина. Общие понятия и назначение компонентов AS: PLC и станции	Лекция	1	традиционная лекция	ПК-8	31(ПК-8-1)

1	2	4	3	5	6
<p>расширения ввода/вывода, сигнальные модули, модули CPU, интерфейсные модули, модули коммуникационных процессоров. Заказной номер компонентов SIEMENS. Порядок монтажа станции автоматизации, назначение П-образного соединителя, фронтального соединителя. Технические характеристики S7-300 CPU.</p>					
<p><b>Тема 3</b> История версий Step7. Главная утилита Step7–Simatic Manager: главное окно. Главное меню. Панель инструментов. Интеграция проектов для ЧМИ в проект Step7. Интеграция КИПиА, ЧРП. Стандарт IEC (МЭК) 61131. PG/PC интерфейс: настройка канала связи. Понятие точки доступа, ее назначение. Просмотр доступных узлов: Accessible Nodes. Адресация модулей при добавлении. Компиляция конфигурации. Загрузка конфигурации в CPU, особенности процедуры загрузки. Типы рестарта CPU. Диагностика оборудования AS. Открытие станции в ONLINE Описание вкладок Object Properties CPU. Описание вкладки PLC CPU. Просмотр диагностического буфера, его назначение. Изменение режима работы CPU. Методы резервного</p>	Лекция	1	традиционная лекция	ПК-8	31(ПК-8-1)

1	2	4	3	5	6
копирования проектов. Выгрузка проекта из PLC: создание проекта и выполнение UP-LOAD. Особенности этой процедуры					
<b>Тема 4</b> Распределение памяти CPU. Ограничения связанные с памятью. Общее понятие элементов системной памяти: флаги, счетчики, таймеры. Основные регистры CPU. Адресное пространство CPU	Лекция	1	традиционная лекция	ПК-8	32(ПК-8-1)
Концепция и децентрализованной системы управления.	СРС	23	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-8	31(ПК-8-1)
Конфигурирование оборудования станции автоматизации. Диагностика состояния оборудования.	Практическое занятие	3	работа с симулятором	ПК-8	У1(ПК-8-1)
Просмотр, наблюдение сигналов. Прямое задание сигналов.	Практическое занятие	3	работа с симулятором	ПК-8	У1(ПК-8-1)
Описание синхронного двигателя и его функциональной схемы	СРС	14	выполнение РГР	ПК-8	Н1(ПК-8-1)
<b>Тема 5</b> Пространство в/в. Область отображения входов и выходов. Цикл ввода и вывода данных для входов и выходов. Модули дискретного ввода/вывода: типы и назначение, адресация. Типовая схема дискретного модуля ввода и вывода сигналов. Мониторинг дискретных сигналов. Модули аналогового ввода-вывода.	Лекция	1	интерактивная лекция	ПК-8	32(ПК-8-1)
<b>Тема 6</b> Особенности языка STEP7. Основ-	Лекция	1	традиционная лек-	ПК-8	31(ПК-8-1)

1	2	4	3	5	6
<p>ные команды языка STEP7: арифметические, сравнения, сдвига, загрузки и пересылки. Особенности этих команд. Создание программы в редакторе. Типы программ, линейное и структурное программирование. Организация программы в блоках. Типы блоков. Зарезервированные ОВ. Отличие функциональных блоков от функций. Виды DB. Экземпляры DB. Глубина вложения блоков. Переключение между LAD/FBD/STL. Создание, загрузка блоков в CPU</p>			ция		
<p><b>Тема 7</b> Обзор, топология, физическая реализация. Определения компонент сети: ведущий, ведомый, маркер. Скорость передачи в сети.</p>	Лекция	1	традиционная лекция	ПК-8	32(ПК-8-1)
<p><b>Тема 8</b> Особенности реализации современных ЧРП. Электромагнитная совместимость в приводной технике. Состав, основные блоки/элементы привода: входной фильтр и дроссель, преобразователь, промежуточные блоки (тормозные резисторы, конденсаторы), инвертор, выходной фильтр и дроссель. Датчики скорости/положения. Возможности автономной работы привода: дискретные и аналоговые входы/выходы в блоке</p>	Лекция	1	традиционная лекция	ПК-8	31(ПК-8-1)

1	2	4	3	5	6
управления. Назначение. Точность поддержания скорости. Математическая модель двигателя, используемая в приводе: назначение. Управление по моменту и по скорости.					
Комментарии, входы, выходы, статические и временные данные. Локальные имена.	СРС	22	изучение теоретических разделов дисциплины	ПК-8	31(ПК-8-1)
Исследование работы ЧРП Микромастер 440 с АД	Практическое занятие	3	работа с симулятором	ПК-8	У2(ПК-8-1)
Ввод в эксплуатацию ЧРП Микромастер используя ПО STARTER. Прямое управление приводом.	Практическое занятие	3	работа с симулятором	ПК-8	У2(ПК-8-1)
Реализация программно аппаратного комплекса системы управления электроприводом	СРС	41	выполнение РГР	ПК-8	Н2(ПК-8-1)
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>		-	Зачет с оценкой	-	-
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	Лекции	8	-	-	-
	Практические занятия	12	-	-	-
	СРС	88	-	-	-
<b>ИТОГО:</b> общая трудоемкость дисциплины 108 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 16 часов					

## 6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Моделирование и экспериментальное исследование электроприводов», состоит из следующих компонентов: изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к практическим занятиям; подготовка и оформление РГР. Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Организация памяти: Методические указания к лабораторной работе по курсу «Основы микропроцессорной техники» /Сост. В.А. Егоров. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2011. – 9 с.

2. Работа с портами ввода-вывода: Методические указания к лабораторной работе по курсу "Микропроцессорные устройства систем управления" /Сост. В.А.Егоров - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2017. - 6 с.

3. Программирование микроконтроллеров на языке Си. Операторы.: Методические указания к лабораторной работе по курсу "Микропроцессорные устройства систем управления" /Сост. В.А.Егоров - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2017. - 11 с.

4. Работа с внешними прерываниями.: Методические указания к лабораторной работе по курсу "Микропроцессорные устройства систем управления" /Сост. В.А.Егоров - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2017. - 9 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Таблица 5 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов при 16-недельном семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Подготовка к практическим занятиям	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Изучение теоретических разделов дисциплины	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	25
Подготовка, оформление и защита РГР	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	47
<b>ИТОГО в 2 семестре</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>88</b>													

## 7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
Раздел 1	31(ПК-8-1), 32 (ПК-8-1)	Коллоквиум	Правильность выполнения задания
Раздел 1	Н1(ПК-8-1), Н2(ПК-8-1)	РГР	Полнота и правильность выполнения задания
Раздел 1	У1(ПК-8-1), У2(ПК-8-1)	Практические задания	Аргументированность ответов

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
2 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</i>				
1	Практическое задание 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных навыков и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных навыков и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных навыков и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
2	Практическое задание 2	в течение семестра	5 баллов	
3	Практическое задание 3	в течение семестра	5 баллов	
4	Практическое задание 4	в течение семестра	5 баллов	
9	РГР	в течение семестра	5 баллов	5 – студент владеет знаниями в полном объеме, достаточно глубоко осмысливает выполненную работу; самостоятельно, в логической последовательности и исчерпывающе отвечает на вопросы, связанные

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				с проектом 4 – студент владеет знаниями почти в полном объеме (имеются пробелы знаний только в некоторых, особенно сложных разделах); не допускает вместе с тем серьезных ошибок в проектировании 3 – студент способен решать лишь наиболее легкие задачи, владеет только обязательным минимумом методов проектирования 2 – студент не освоил обязательного минимума знаний, не способен проектировать
ИТОГО:		-	25 баллов	-
1	Коллоквиум	2 Вопросы – оценивание уровня усвоенных знаний	5 баллов	5 баллов - студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 4 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 3 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 2 баллов - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
ИТОГО:		-	50 баллов	
<p><b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине:</b>  0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для текущего контроля по дисциплине);  65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень);  75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень);  85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)</p>				

### Задания для текущего контроля

### ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

## **1. Конфигурирование оборудования станции автоматизации. Диагностика состояния оборудования.**

Цель работы: Произвести настройку станции автоматизации на базе ПЛК SIMENS SIMATIC S7-300. Научиться выполнять диагностику состояния оборудования.

### **Вопросы:**

1. Для чего необходима процедура ввода в эксплуатацию?
2. Что такое профильная шина?
3. Дайте определение станции автоматизации.
4. Назначение модулей коммуникационных процессоров и интерфейсных модулей, в чем их различие?
5. Для чего нужен заказной номер компонентов SIEMENS
6. Какие интерфейсы CPU вы знаете?
7. Что такое PG/PC интерфейс. Понятие "точка доступа"
8. Какие компоненты автоматизации могут включаться в структуру проекта?
9. Как производится конфигурирование аппаратной части?
10. Какие типы рестарта CPU вы знаете?
11. Как провести диагностику оборудования AS?
12. Просмотр диагностического буфера, его назначение
13. Особенности процедуры выгрузки проекта из PLC

## **2 Просмотр, наблюдение сигналов. Прямое задание сигналов.**

Цель работы: Изучить типы дискретных модулей ввода/вывода дискретных сигналов.

### **Вопросы:**

1. Объясните, что такое область отображения входов и выходов?
2. Назначение модулей дискретного ввода/вывода.
3. Какие способы наблюдения дискретных сигналов вы знаете?
4. Для чего применяется прямое задание сигналов?

## **3 Создание, загрузка и отладка программы. Выгрузка программы из PLC**

Цель работы: Научиться создавать, загружать и отлаживать программу в ПЛК

### **Вопросы:**

1. Какая основная особенность языка STEP7?
2. Чем отличается линейное программирование от структурного?
3. Какие типы блоков вы знаете?
4. Назначение организационных блоков
5. Отличие функциональных блоков от функций.
6. Какие способы поиска используемых в программе переменных вы знаете?
7. Для чего нужна таблица символов?

#### **4 Преобразование аналоговых величин.**

Цель работы: Изучить типы аналоговых модулей ввода/вывода, способы подключения сигналов и методы диагностики ошибок.

##### **Вопросы:**

1. Модули аналогового ввода-вывода, основные типы измеряемых сигналов.
2. Отличие модулей серии ET200S от ET200M
3. Какие способы наблюдения за аналоговыми сигналами вы знаете?
4. Характерные значения оцифрованного сигнала с датчиков, методы диагностики соединения с датчиком.

#### **5 Исследование работы ЧРП Микромастер 440 с АД**

Цель работы: Изучить частотно–регулируемый привод Микромастер, состав его блоков, режимы работы. Научиться выполнять настройку привода для работы с АД переменного тока.

##### **Вопросы:**

1. В каких приложениях применяются двигатели переменного тока?
2. В чём особенность конструкции ротора типа "беличья клетка"?
3. Что такое синхронная скорость асинхронного двигателя?
4. Почему асинхронный двигатель называют индукционным?
5. Почему асинхронный двигатель может работать только когда вращение его ротора отстаёт от вращения поля статора?
6. Что называется скольжением асинхронного двигателя?
7. Что такое рабочий ток асинхронного двигателя и от чего он зависит?
8. Что характеризует намагничивающий ток асинхронного двигателя?
9. Почему при управлении частотой вращения асинхронного двигателя следует пропорционально управлять и величиной напряжения статора?
11. Каково функциональное назначение инвертора в преобразователе частоты?
12. С какой целью в соединителе постоянного тока преобразователя частоты установлены индуктивность и конденсатор?
13. Почему для логики управления инвертором с широтно-импульсной модуляцией важна скорость переключения ключей?
14. Меняется ли амплитуда напряжения статора в приводах на основе инверторов с широтно-импульсной модуляцией?
15. Как функционирует логика динамического торможения привода Micromaster440?
16. Какие средства применены в лабораторном стенде с приводом Micromaster440 для улучшения качества силового напряжения, поставляемого на статор двигателя?
17. Из каких модулей собран применённый в данном АПК базовый блок привода Micromaster440?

18. Как были получены технические данные электродвигателя данного АПК?

### **6 Ввод в эксплуатацию ЧПМ Микромастер используя ПО STARTER.**

#### **Прямое управление приводом.**

Цель работы: Изучить способы управления электрическим приводом при управлении от ПЛК. Выполнить настройку привода для работы с АД переменного тока используя ПО STARTER

#### **Вопросы:**

1. Какие уровни доступа к параметрам привода вы знаете?
2. В чем разница при работе с параметрами в режиме offline и online?
3. Для чего нужна настройка контура скорости в приводе?
4. Зачем нужен режим прямого управления приводом в ПО STARTER?

### **7 Привод постоянного тока SIMOREG DC**

Цель работы: Изучить привод постоянного тока SIMOREG DC, состав его блоков, режимы работы. Научиться выполнять настройку привода для работы с ДПТ.

#### **Вопросы:**

1. Какие выпрямители применяются в данном приводе для питания цепи якоря и ОВ?
2. Каковы условия замыкания и условия размыкания тиристорного ключа?
3. Как связано выходное напряжение ТП возбуждения: а) с углом регулирования; б) с входным заданием?
4. Как связано выходное напряжение ТП якоря: а) с углом регулирования; б) с входным заданием?
5. В каком диапазоне теоретически возможно изменение угла регулирования: а) у ТП якоря; б) у ТП возбуждения?
6. Что такое "выпрямительный режим тиристорного преобразователя"?
7. Что такое "инверторный режим тиристорного преобразователя"?
8. Какие способы реверсирования вращения ДПТ вы знаете?
9. С помощью какой программы производится настройка привода для работы?

### **8 Структура и принципы функционирования привода SINAMICS S120**

Цель работы: Закрепить на практике знания об устройстве и принципах работы синхронных двигателей с постоянными магнитами, основах построения сервоприводов и современных направлениях в развитии автоматизированных электроприводов.

#### **Вопросы:**

1. Что такое сервопривод?
2. В чём состоит основное принципиальное конструктивное отличие синхронных двигателей от асинхронных?

3. Что такое полюсный угол для синхронного двигателя?
4. Каким должно быть оптимальное значение полюсного угла и почему?
5. Что такое коммутация синхронного двигателя?
6. От чего зависит скорость вращения магнитного поля статора синхронного двигателя?
7. Как соотносятся скорость вращения магнитного поля статора и скорость вращения ротора синхронного двигателя?
8. Различаются ли соотношения между скоростью вращения магнитного поля статора и скоростью вращения ротора для статических и для динамических режимов синхронного двигателя?
9. Какие типы преобразователей, применяемых в SINAMICS S120 вы знаете?

### **РГР**

«Анализ влияния силовых элементов электропривода на компоненты системы управления»

Для заданного вида нагрузки произвести расчет и выбор синхронного двигателя.

Исходные данные:

Тип двигателя 1KFJ060-5AFJ1-1DAO, номинальная мощность  $P_H=1,48$  кВт, частота вращения  $n_H=3000$  об/мин, ток номинальный  $I_H=3,7$  А, количество пар полюсов  $p=4$ .

Провести описание синхронного двигателя и его функциональной схемы. Реализовать программно аппаратный комплекс, включающий в себя общее представление технологии и алгоритмов управления, функциональную схему основных блоков, их расположение внутри системы управления, интеграцию системы управления и электродвигателя, а также реализацию виртуального стенда при помощи специализированного программного обеспечения.

Описать результаты работы полученных алгоритмов управления. Выявить достоинства и недостатки реализованных методов. Проанализировать основные характеристики работы системы электропривода и сделать выводы.

### **Задания для промежуточной аттестации**

#### Перечень вопросов на коллоквиум

1. Современные АСУ на базе ПЛК SIEMENS. Три уровня при построении АСУ ТП.
2. Понятие дискретной системы. Квантование. Ввод/вывод сигналов
3. Подготовка к вводу в эксплуатацию станции автоматизации S7-300. Понятия носитель, профильная шина. Общие понятия и назначение компонентов AS: PLC и станции расширения ввода/вывода,

4. Сигнальные модули, модули CPU, интерфейсные модули, модули коммуникационных процессоров. Заказной номер компонентов SIEMENS. Порядок монтажа станции автоматизации,
5. Назначение П-образного соединителя, фронтального соединителя. Технические характеристики S7-300 CPU.
6. История версий Step7. Главная утилита Step7–Simatic Manager: главное окно. Главное меню. Панель инструментов. Интеграция проектов для ЧМИ в проект Step7.
7. Интеграция КИПиА, ЧРП. Стандарт IEC (МЭК) 61131. PG/PC интерфейс: настройка канала связи. Понятие точки доступа, ее назначение. Просмотр доступных узлов: Accessible Nodes. Адресация модулей при добавлении.
8. Компиляция конфигурации. Загрузка конфигурации в CPU, особенности процедуры загрузки. Типы рестарта CPU. Диагностика оборудования AS. Открытие станции в ONLINE Описание вкладок Object Properties CPU.
9. Описание вкладки PLC CPU. Просмотр диагностического буфера, его назначение. Изменение режима работы CPU. Методы резервного копирования проектов. Выгрузка проекта из PLC: создание проекта и выполнение UPLOAD. Особенности этой процедуры
10. Распределение памяти CPU. Ограничения связанные с памятью.
11. Общее понятие элементов системной памяти: флаги, счетчики, таймеры. Основные регистры CPU. Адресное пространство CPU
12. Пространство в/в. Область отображения входов и выходов. Цикл ввода и вывода данных для входов и выходов. Модули дискретного ввода/вывода: типы и назначение, адресация.
13. Типовая схема дискретного модуля ввода и вывода сигналов. Мониторинг дискретных сигналов. Модули аналогового ввода-вывода.
14. Особенности языка STEP7. Основные команды языка STEP7: арифметические, сравнения, сдвига, загрузки и пересылки. Особенности этих команд.
15. Создание программы в редакторе. Типы программ, линейное и структурное программирование. Организация программы в блоках. Типы блоков.
16. Зарезервированные OB. Отличие функциональных блоков от функций. Виды DB. Экземпляры DB. Глубина вложения блоков. Переключение между LAD/FBD/STL Создание, загрузка блоков в CPU
17. Обзор, топология, физическая реализация. Определения компонентов сети: ведущий, ведомый, маркер. Скорость передачи в сети.
18. Особенности реализации современных ЧРП. Электромагнитная совместимость в приводной технике. Состав, основные блоки/элементы привода: входной фильтр и дроссель, преобразователь, промежуточные блоки (тормозные резисторы, конденсаторы), инвертор, выходной фильтр и дроссель.

19. Датчики скорости/положения. Возможности автономной работы привода: дискретные и аналоговые входы/выходы в блоке управления. Назначение.
20. Точность поддержания скорости. Математическая модель двигателя, используемая в приводе: назначение. Управление по моменту и по скорости.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### 8.1 Основная литература

- 1) Лукинов, А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учебное пособие для вузов / А. П. Лукинов. - СПб.: Лань, 2012. - 608с.
- 2) Васильченко, С.А. Элементы систем автоматики. Электронные элементы систем автоматики / С.А. Васильченко, А.С. Гудим, В.И. Суздорф, С.П. Черный, Комсомольск-на-Амуре. Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос.техн.ун-та, 2016. -143с.
- 3) Борисова, И. В. Цифровые методы обработки информации [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / И. В. Борисова. – Новосибирск : Новосибирский гос. техн. ун-т, 2014. - 139 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>.

### 8.2 Дополнительная литература

- 1) Непомнящий, О. В. Проектирование сенсорных микропроцессорных систем управления [Электронный ресурс] : монография / О. В. Непомнящий, Е. А. Вейсов. – Красноярск : Сибирский федеральный ун-т, 2010. - 149 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>.
- 2) Курицын, С.А. Телекоммуникационные технологии и системы: учебное пособие для вузов / С. А. Курицын. - М.: Академия, 2008. - 299с.
- 3) Терехов, В.М. Системы управления электроприводов: учебник для вузов / В. М. Терехов, О. И. Осипов; Под ред. В.М.Терехова. - М.: Академия, 2008; 2005. - 301с.

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. <http://elib.spbstu.ru/dl/531/chapter6.html>
2. <http://www.gotai.net/documents/doc-l-fl-001.aspx>
3. <http://matlab.exponenta.ru/>

## 10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины *«Моделирование и экспериментальное исследование электроприводов»* осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических занятий. Разделы дисциплин следует изучать последовательно, начиная с первого. Каждый раздел, формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений. СРС включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- выполнение РГР работы;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к мероприятиям текущего контроля;
- подготовку к промежуточной аттестации (зачет с оценкой).

Студенту необходимо усвоить и запомнить основные термины, понятия и их определения, подходы, концепции и методики.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется во время аудиторных занятий. Для этого, во время лекций используются элементы дискуссии и контрольные вопросы. Уровень освоения умений и навыков проверяется в процессе практических занятий. Для этого используются задания, подготовленные студентами во время семестра и предназначенные для текущего контроля (таблица 6).

Промежуточная аттестация (зачет с оценкой) производится в конце семестра и также оценивается в баллах.

Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов по результатам текущего контроля и баллов, полученных на промежуточной аттестации по результатам теста. Максимальный итоговый рейтинг – 25 баллов. Оценке «отлично» соответствует 23-25 баллов; «хорошо» – 19-22; «удовлетворительно» – 15-18; менее 15 – «неудовлетворительно» (смотри таблицу 6).

### РГР

В ходе выполнения РГР студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, глубже знакомятся с практическими методами проектирования локальных систем управления электроприводами.

В период работы над РГР студенты получают практические навыки построения и использования современных цифровых систем управления элект-

троприводами и средств автоматизации, выбора алгоритмов управления такими системами, реализуют представленные подходы и методики в аналитической форме. Работа над РГР позволяет лучше понять и усвоить взаимосвязь между базовыми понятиями и определениями, применяемыми при реализации современных цифровых систем управления электроприводами. Студенты учатся принимать обоснованные решения путем сравнения вариантов, логических суждений, рассмотрения основных теоретических положений; умению кратко и точно излагать ход решения.

В ходе работы над РГР студенты глубже изучают основную и специальную литературу по методикам и алгоритмам программирования современных промышленных логических контроллеров, учатся работать со справочниками. Все это позволяет проводить автоматизацию объектов и систем управления различной сложности с применением современных методик с инженерной позиции.

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Освоение дисциплины «Моделирование и экспериментальное исследование электроприводов» основывается на активном использовании MS Word, MS Excel, программа структурного моделирования (PSM), разработанная на кафедре ЭПАПУ КнАГТУ (Распоряжение о вводе в учебный процесс ПО от 23.12.2015, акт внедрения результатов научных исследований) в процессе подготовки РГР.

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для реализации программы дисциплины «Моделирование и экспериментальное исследование электроприводов» используется материально-

техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
1	2	3	4
104/3	Лаборатория цифрового управления электроприводами	ПЛК	Программирование