

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Первый проректор

  
(подпись)

« 31 » 03



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.06 Цифровые системы автоматизации и управления**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Электромеханические системы автоматизации и электропривод  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная  
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2,3	2,3
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	6/216	6/216
Контактная работа (час.)	94	33
Лекции (час.)	34	10
Практические (семинарские) занятия (час.)	0	0
Лабораторные работы (час.)	51	10
Самостоятельная работа (час.), в том числе	86	145
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	3/36	3/36
Контроль (экзамен/зачёт, час.)	экзамен, 36	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Цифровые системы автоматизации и управления» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) – «Электромеханические системы автоматизации и электропривод» для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Заведующий кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок»,  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Розкаряка П.И.  
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

Протокол от «07» 03 2023 года № 9.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Розкаряка П.И.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель \_\_\_\_\_ Ткаченко С.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок.

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок.

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок.

Протокол от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)

## 1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы разработки, проектирования и наладки систем автоматизации и управления на базе технических средств, с представлением информации в цифровой форме.

Целью дисциплины является: обучение студентов основам проектирования и эксплуатации цифровых систем управления и контроля на основе современной элементной базы для подготовки к следующим видам профессиональной деятельности: проектно-конструкторской, научно-исследовательской и монтажно-наладочной.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать

- принципы построения систем автоматизации и управления с представлением контролируемых параметров в цифровой форме;
- состав технических средств для реализации цифровых систем автоматизации и управления;
- методику проектирования систем автоматизации и управления;
- идеологию построения распределенных и многоуровневых систем автоматизации;
- принципы построения промышленных коммуникационных сетей;
- особенности организации и работы операционных систем реального времени.

уметь

- проектировать и настраивать цифровые системы автоматизации и управления;
- выбирать рациональную структуру проектируемых систем и наиболее подходящие для решения поставленной задачи технические и программные средства;
- работать с программируемыми реле, программируемыми логическими контроллерами и промышленными компьютерами;

владеть:

- навыками практического применения создания и анализа цифровых систем автоматизации, позволяющих прогнозировать их свойства и поведение;
- способностью анализировать производственную и технологическую сущность эксплуатации цифровых систем автоматизации и управления.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- способностью выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности (ПК-3);
- способностью эксплуатировать и проводить ремонт электромеханического оборудования и систем автоматизации (ПК-5).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин:

информатика, электроника и микросхемотехника, микропроцессорные устройства, устройства автоматики и систем управления, теория автоматического управления, проектирование систем автоматизации.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсового проекта по дисциплине «Цифровые системы автоматизации и управления», прохождении государственной итоговой аттестации.

## 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семин.)	Лабор.	СРС
Тема 1. Базовые компоненты цифровых систем.	17/15	6/2		4/1	7/12
Тема 2. Этапы разработки автоматизированных систем	17/16	4/2		5/0	8/14
Тема 3. Дискретные системы автоматизации	15/17	2/1		6/2	7/14
Тема 4. Программируемые логические контроллеры	22/19	8/2		10/3	4/14
Тема 5. Операторский интерфейс	16/13	4/1		6/0	6/12
Тема 6 Промышленные компьютеры	16/16	4/2		6/2	6/12
Тема 7. Распределенные системы управления	14/23	2/1		6/2	6/20
Тема 8. Промышленные сети сбора и передачи данных	18/16	4/1		8/2	6/13
Контактная работа (дополнительная)	9/11				
Курсовой проект	36/36				36/36
Итого по видам занятий	180/180	34/12		51/12	86/145

Контроль	36/36				
Итого:	216				

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование Компетенции
ПК-3	Темы 1, 2,
ПК-5	Темы 3-8

#### 3.2. Лекции

Тема 1. Базовые компоненты цифровых систем.

##### Содержание темы 1:

Элементная база ЦСУА. Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП). Принципы работы. Структурные схемы. Программирование. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Параллельные АЦП. Структурная схема. Программирование. Программируемый параллельный интерфейс. Программируемый таймер. Принцип работы, структура.

##### Литература к теме 1: [2, 3]

Тема 2. Этапы разработки автоматизированных систем

##### Содержание темы 2:

Анализ технологического процесса; разработка функциональной схемы; разработка алгоритма управления; выбор аппаратной базы и базового программного обеспечения; разработка схем и прикладных программ

##### Литература к теме 2: [1]

Тема 3. Дискретные системы автоматизации..

##### Содержание темы 3:

Системы на базе элементов «Логика»; системы на базе логических интегральных микросхем; системы на базе программируемых логических интегральных микросхем.

##### Литература к теме 3: [2]

Тема 4. Программируемые логические контроллеры.

##### Содержание темы 4:

Историческая справка; требования к ПЛК, структура аппаратной части, основные компоненты; распределение памяти, цикл выполнения программы, технические показатели, классификация ПЛК, производители ПЛК; ПЛК Simatic. Языки программирования LD, SFC, FBD, ST, IL., стандарт IEC 1113-3, связь представления логических функций на разных языках, исходные данные для программирования, адресация внешних подсоединений, вспомогательные переменные, примеры программ

##### Литература к теме 4: [3]

Тема 5. Операторский интерфейс.

##### Содержание темы 5:

Место SCADA в структуре систем управления, инструментальные средства разработки, технические характеристики, открытость систем, визуализация, сбор и хранение данных, аварийные сообщения, тренды, мнемосхемы

Литература к теме 5: [2]

Тема 6. Промышленные компьютеры.

Содержание темы 6:

Сравнительная характеристика промышленных и офисных компьютеров; промышленные компьютеры MicroPC (Octagon); рабочие станции (Advantech), модули связи (ADAM 3000); особенности применения промышленных компьютеров.

Литература к теме 6: [1, 2]

Тема 7. Распределенные системы управления.

Содержание темы 7

Коммуникационные модули ADAM 4000, ADAM 6000; структура распределенных систем; интеграция с ПЛК.

Литература к теме 7: [1]

Тема 8. Промышленные сети сбора и передачи данных.

Содержание темы 8:

Назначение, топология, модель взаимодействия открытых систем (OSI); протоколы; стандарты физического интерфейса RS232, RS 422, RS 485; асинхронные и синхронные системы, формат кадра; обнаружение ошибок; характеристики процесса передачи данных.

Литература к теме 8: [4]

### 3.3. Практические (семинарские) занятия – не предусмотрены

### 3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	<i>Разработка структуры промышленного контролера для управления технологическим объектом</i>	3/1	[1,2]
2	<i>Передача данных с использованием модуля дискетного ввода-вывода 5600</i>	5 /1	[1,2]
3	<i>Преобразование информации с помощью модуля ЦАП/АЦП 5710.</i>	5 /1	[1,2]
4	<i>Исследование работы интервального таймера</i>	5 /1	[1,2]
5	<i>Программирование работы промышленной клавиатуры и жидкокристаллического индикатора</i>	5 /1	[1,2]
6	<i>Программирование работы задатчика интенси́вности</i>	6 /1	[1,2]

7	<i>Передача данных в промышленных сетях</i>	6/1	[1,2,3]
8	<i>Реализация позиционного регулирования в системе поддержания заданного уровня.</i>	6/2	[3,4]
9	<i>Реализация П- регулирования в системе поддержания заданного уровня</i>	5/1	[3.4]
10	<i>Реализация ПИД- регулирования в системе поддержания заданного уровня</i>	5/2	[3.4]
Итого :		51/12	

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	20/50
2	Подготовка к практическим занятиям (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий)	
3	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	30/59
4	Выполнение курсового проекта (36 часов)	36/36
Итого:		86/145

### 3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект на тему «Разработка цифровой системы автоматизации производственного объекта» выполняется в третьем семестре.

Тематика курсового проекта связана с решением прикладной задачи на примере автоматизации технологических процессов и агрегатов с использованием программируемых логических контроллеров и промышленных компьютеров.

Объем учебной нагрузки при выполнении курсового проекта – 36 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 40 страниц формата А4 (210×297 мм) и графического материала в объеме не более 6 страниц формата А1 (А3)..

Индивидуальное задание на тему «Разработка автоматизированной системы управления на базе программируемого реле выполняется в первом семестре.

Тематика индивидуального задания связана с самостоятельным выполнением расчетной работы по темам дисциплины, которые не рассматриваются на лекциях, практических и лабораторных занятиях и изучаются студентом самостоятельно в соответствии с [2].

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания –18 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 12 страниц формата А4 (210×297 мм).

## 4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

#### *Составляющая компетенции – полнота знаний*

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### *Составляющая компетенции – умения*

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;



- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

#### *Составляющая компетенции – владение навыками*

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

#### *Обобщенная оценка сформированности компетенций*

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

## **4.2 Вопросы к экзамену**

1. По какому признаку система управления может быть отнесена к аналоговой, цифровой или цифроаналоговой? Приведите примеры.
2. Структурная схема системы управления объектом (процессом).
3. Структура затрат на создание системы цифровой системы автоматизации и управления.
4. Аппаратные компоненты цифровых систем автоматизации и управления.
5. Классификация программируемых контроллеров, области применения.
6. Требования к программируемым логическим контроллерам и технические решения, обеспечивающие их выполнение.

7. Аппаратные и программные средства для программирования контроллеров.
8. Классификация программируемых логических контроллеров по количеству каналов ввода/вывода, примеры по производителям.
9. Промышленные контроллеры, совместимые с персональными компьютерами. Область применения.
10. Технические решения, обеспечивающие возможность использования контроллеров Micro PC (Octagon Systems) в тяжелых условиях эксплуатации.
11. Состав основных модулей контроллеров Micro PC, их технические характеристики.
12. Программирование режима работы микросхем программируемого параллельного интерфейса Intel 82C55 в модуле дискретного ввода/вывода 5600 Micro PC.
13. Назначение микросхем таймера Intel 82C54, устанавливаемых в модулях Micro PC. Режимы работы.
14. Программирование режима работы микросхем таймера Intel 82C54, устанавливаемых в модулях Micro PC.
15. Достоинства и недостатки аналого-цифровых преобразователей последовательного и параллельного типа.
16. Программирование работы ЦАП модуля 5710 контроллеров Micro PC (Octagon Systems).
17. Программирование работы АЦП модуля 5710 контроллеров Micro PC (Octagon Systems).
18. В какой последовательности производится разработка и внедрение автоматизированных систем управления при модернизации технологических объектов?
19. В чем различие по функциональности систем автоматизированного управления различных уровней сложности?
20. В чем различие в аппаратной базе систем автоматизированного управления различных уровней сложности?
21. Какую информацию для проектирования автоматизированной системы управления можно получить из временных диаграмм изменения параметров технологических процессов (трендов)?
22. Формы представления алгоритмов работы АСУ ТП. Их достоинства и недостатки.
23. На каких логических элементах может быть реализована дискретная система управления любой сложности? Привести схематическое обозначение.
24. Закон Де-Моргана и область его применения.
25. Схемотехника и электрические параметры логических микросхем серий K155 и K5111.
26. Согласование уровней и мощности входных и выходных сигналов при реализации цифровых систем управления на базе интегральных микросхем.

27. Представление логических функций в виде уравнений, таблиц истинности, функциональных блоков и релейных схем. Примеры.
28. Программируемые логические контроллеры производства фирмы Siemens.
29. Особенности программируемого логического контроллера Simatic S7-1500.
30. Критерии выбора программируемых логических контроллеров.
31. Организация каналов ввода-выода в программируемых логических контроллерах.
32. Языки программирования по стандарту МЭК 61131-3. Области применения
33. Распределенные системы автоматизации на базе модулей серии 4000 Advantech.
34. Построение проводных и беспроводных сетей на базе оборудования Advantech.
35. Модули для подключения датчиков серии 4000 Advantech.
36. Модули для подключения исполнительных механизмов серии 4000 Advantech.
37. Промышленные рабочие станции Advantech.
38. Расширенные функции ЦСАУ на современной аппаратной базе.
39. Включение резервного оборудования в цифровых системах управления. Необходимые условия для возможности автоматического ввода резерва.
40. Оптимизация технологических процессов в системах цифрового управления.
41. Диагностика и аварийные сообщения в системах цифрового управления.
42. Протоколирование работы оборудования и действий операторов в системах цифрового управления.
43. Интеграция различных уровней управления производством.
44. Функции нормализаторов аналоговых сигналов.
45. Структурная схема модуля изолированного ввода ADAM 3012.

### **Пример экзаменационного билета**

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа подготовки: магистратура

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Магистерская программа: Электромеханические системы автоматизации и электропривод

Семестр: 1

Учебная дисциплина: «Цифровые системы автоматизации и управления»

БИЛЕТ № 1

1. По какому признаку система управления может быть отнесена к аналоговой или цифровой?
2. Программирование работы ЦАП модуля 5710.
3. Организация каналов ввода-вывода в программируемых логических контроллерах.
4. Представить десятичное число 182 в восьмеричной и шестнадцатеричной формах.

Утверждено на заседании кафедры		Электропривод и автоматизация промышленных установок (наименование кафедры полностью)	
Протокол	№	от «	» 20 г.
Зав. кафедрой			Розкаряка П.И.
	(подпись)		(Ф.И.О.)
Экзаменатор			
	(подпись)		(Ф.И.О.)

## **КРИТЕРИИ**

### **оценивания экзаменационной работы**

по дисциплине «Цифровые системы автоматизации и управления»  
для обучающихся по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и  
электротехника  
(направленность – Электромеханические системы автоматизации и электропри-  
вод)

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 3 теоретических вопроса и 1 практический вопрос, каждый из которых требует конкретного ответа. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой (рисунком).

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе лабораторных работ.

Правильный ответ на теоретический вопрос оценивается в пятнадцать баллов, правильный ответ на практический вопрос оценивается в пять баллов. Если ответ на теоретический вопрос не полный, то он оценивается в пять баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS.

### **4.3 Критерии оценивания**

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Цифровые системы автоматизации и управления» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам лабораторных работ, студента заочной формы обучения – по результатам выполнения индивидуальной работы. Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт по лабораторной работе	5	Задание выполнено правильно, полученные результаты обоснованы, приведен анализ полученного результата
	3	Задание выполнено в целом правильно, полученные результаты не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
<b>Итого по лабораторным работам (максимально возможное)</b>	<b>50</b>	Из расчёта проведения пяти лабораторных работ. Оцениваются результаты каждой лабораторной работы.
<b>ИТОГО</b>	<b>50</b>	Максимально возможное
Для студентов заочной формы обучения		
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	<b>50</b>	При выполнении задания полученные результаты обоснованы, выводы аргументированы и логичны, работа оформлена без замечаний
	<b>30</b>	Задание выполнено в целом правильно, но полученные результаты не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению.
<b>ИТОГО</b>	<b>50</b>	Максимально возможное

**Промежуточная аттестация** по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 3 теоретических вопроса и 1 практический. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на теоретический вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное 5. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Теоретический вопрос 1	15
	Теоретический вопрос 2	15
	Теоретический вопрос 3	15
	Практический вопрос	5

Форма контроля	Максимально возможное количество баллов
<b>ИТОГО</b>	<b>50</b>

**Итоговая оценка** определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	
		Неудовлетворительно

\* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

#### 4.4 Пример текущего опроса на лабораторных занятиях

На примере темы «Передача данных с использованием модуля дискретного ввода-вывода 5600».

1. Назначение модуля дискретного ввода-вывода 5600.
2. Структурная схема модуля модификации 5600-48.
3. Формат управляющего слова.
4. Программирование операции ввода данных.
5. Программирование операций вывода данных.
6. Адресация регистров модуля.

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

**4.5** Согласно учебному плану, по дисциплине «Цифровые системы управления и автоматизации» выполняется курсовой проект на тему «Разработка цифровой системы автоматизации производственного объекта» в третьем семестре.

Тематика курсового проекта связана с решением прикладной задачи на примере автоматизации технологических процессов и агрегатов с использованием программируемых логических контроллеров и промышленных компьютеров.

Объем учебной нагрузки при выполнении курсового проекта – 36 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 40 страниц формата А4 (210×297 мм) и графического материала в объеме не более 6 страниц формата А1 (А3)..

## 5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### **I. Основная литература**

1. Бабакина Н.А., Колесников М.П. Современная промышленная электроника / Под ред. Проф. Шкодырева В.П. – СПб.: СПбГПУ, 2013.- 267 с. 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader

**URL:** <http://ed.donntu.org/books/17/cd6720.pdf>

2. Федоров Ю.Н. Справочник инженера по АСУ-ТП: проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие.- в 2-х т.- Том 1. М.:Инфра-инженерия, 2018.-448 с.

3. Автоматизация сложных электромеханических объектов энергоёмких производств: учебное пособие для вузов / К. Н. Маренич и др. ; ГВУЗ "ДонНТУ". - Донецк: ООО "Технопарк ДонГТУ "УНИТЕХ", 2015. - 237с. 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader

**URL:**<http://ed.donntu.org/books/cd2421.pdf>

### **II. Дополнительная литература**

4. Колесников, А.А. Новые технологии проектирования современных систем управления процессами генерирования электроэнергии [Электронный ресурс] / А. А. Колесников. - 11 Мб. - 2016. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

**URL:** <http://ed.donntu.org/books/20/cd9838.pdf>

5. Файнштейн, В. Г., Воробейчик, О. С. Цифровые системы управления электроприводов: монография [Электронный ресурс] / под редакцией д.т.н. А. Д. Учителя. – Мб. – Кривой Рог : Издательство ГВУЗ «КПУ», 2014. – 159 с. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

**URL:**<http://ed.donntu.org/books/17/cd6771.pdf>

## **6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:**

6. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Цифровые системы автоматизации и управления" [Электронный ресурс] : для студентов магистерской программы 13.04.02 "Электромеханические системы автоматизации и электропривод" / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электропривода и автоматизации пром. установок ; сост. А.В. Светличный. - 625 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2017. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

**URL:** <http://ed.donntu.org/books/20/m4989.pdf>.

7. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплине "Цифровые системы автоматизации и управления" [Электронный ресурс] : для студентов направления подготовки 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" : (магистерская программа "Электромеханические системы автоматизации и электропривод") / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электропривода и ав-

томатизации пром. установок ; сост. А.В. Светличный. - 258 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2017. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.org/books/20/m4990.pdf>.

8. **Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине "Цифровые системы автоматизации и управления" [Электронный ресурс]** : для студентов направления 13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника" : магистерская программа "Электромеханические системы автоматизации и электропривод" / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. электропривода и автоматизации пром. установок ; сост. А.В. Светличный. - 798 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2017. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader.

URL: <http://ed.donntu.org/books/20/m4991.pdf>

**Электронно-информационные ресурсы**

9. ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.org/library>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Лекционные занятия:**

Учебная аудитория №8.303 учебный корпус 8 для проведения занятий лекционного типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютер Intel Celeron E1200, операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 4.3.2.2, Google Slides (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

### **7.2 Лабораторные занятия:**

Учебная лаборатория №8107, учебный корпус 8, для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированное оборудование: промышленный контроллер MicroPC фирмы Octagon (процессорная плата 5066-586; плата видеоадаптера 5420; сетевая плата 5500; плата аналог. ввода/вывода 5710; плата цифр. ввода/вывода 5600; клавиатура КР-1; ж-к. дисплей LCD 4x20); лабораторный стенд «Частотно-регулируемый электропривод насосной установки» в составе действующей модели насосной установки на базе насоса PEDROLLO с приводным электродвигателем 0,37 кВт, ПЧ Lenze 8200 Vector, датчик давления IFM PN3004, счетчик холодной воды KB -1,5, ПЧ Altivar-21, электромеханический клапан TAC Forta M400, датчик давления PA-22 PS. Сервер на базе ПК IMD 2800, 1,6GGC, компьютер IMD Atlon 64x2 5000+, RAM 2Gb. (ОС – QNX (бесплатная версия) и Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная

Специализированная лаборатория №8.109 корпус 8 для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированное



оборудование: Стенд 1. Лабораторный стенд для исследования систем управления тепловыми процессами и энергетических режимов работы оборудования. Программный регулятор ОВЕН ТРМ 151, измеритель-регулятор ОВЕН ТРМ 202, цифровой мультиметр LOVATO DMK3, программируемый логический контроллер VIPA 313SC, преобразователь частоты Danfoss VLT 5000, физическая модель приточной нагревательной установки, содержащая датчик температуры TN-2531, датчик температуры TAD961, вентилятор SUNON DP200A2123XBT, нагреватель NOMACON P=300 Вт, твердотельные реле CARLO GAVAZZI RM1E23AA25. Макет помещения, содержащий термопреобразователь сопротивления TCM 1-3 50M L80, датчик влажности, вентилятор SUNON DP200A2123XBT, нагревательный элемент. Стенд 2. Лабораторный стенд для исследования систем позиционирования и регулирования скорости: стартовый комплект SPEED7.800-7DK20 (центральный процессор CPU313SC VIPA 313-5BF03), датчик емкостной CA18 CLN 12PA, датчик индуктивный IA18 DSN 14 PO, фотодатчик PA 18 CSD 02 PA, модуль питания SPD2460, монитор FA1, монитор FD1, преобразователь частоты Lenze 8200 Vector, сервопозиционер Lenze 9300 EV9321-EP. Стенд 3. Лабораторный стенд для исследования шаговых электроприводов и устройств плавного пуска: преобразователь частоты Unidrive SP 1401, устройство плавного пуска Softstarter PFE-16, модуль питания SPD 2406. AC/DC Converter 24 V, драйвер шагового двигателя MD5 MF15, 5-ти фазный шаговый двигатель A16K-M569W, программируемый логический контроллер VIPA CPU314ST. Стенд 4. Лабораторный стенд для исследования частотно-регулируемых электроприводов при векторном и скалярном управлении: электродвигатель 1LA7073-2AA10 0,55 кВт, преобразователь частоты Unidrive SP 1401 (0,75кВт), преобразователь частоты Comander SK (1,1 кВт). Стенд 5. Лабораторный стенд для исследования регулируемых электроприводов постоянного и переменного тока: силовой преобразователь постоянного тока Mentor II Digital DC Drive, возбудитель FMX5 Field Controller, преобразователь частоты Unidrive SP 1404 (3кВт), двигатель постоянного тока (P=3 кВт), синхронный двигатель с постоянными магнитами, модули расширения, резольвер, энкодер. Стенд 6. Лабораторный стенд для исследования электроприводов постоянного тока с двухзонным регулированием: тиристорный преобразователь DCS 800 (ABB), электродвигатель ПБСТ-42 (P=2,4 кВт), электродвигатель ПБСТ-43 (P=2,8 кВт), управляемый выпрямитель ЭТ-6, датчик фотоимпульсный ПДФ-3У2, датчик кодовый КД-3. Стенд 7. Лабораторный стенд для управления частотно-регулируемым электроприводом от программируемого контроллера: программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК100, программируемый логический контроллер VIPA CPU 314ST, преобразователь частоты Lenze 8400, преобразователь SPD 2406. Стенд 8. Лабораторный стенд для исследования частотно-регулируемого электропривода вентилятора: преобразователь частоты Altivar 312HO18M2, электродвигатель асинхронный МЕБСА 632-4 (0,18 кВт), вентилятор Soler&Palau CMT/4-180/0.75, многофункциональный измерительный прибор Power Logic PM700.

Приборное обеспечение: 16-канальный регистратор параметров Рекон-08, генератор сигналов Г6-26.

Компьютерное обеспечение: компьютеры Celeron-3,06Ghz/2Gb/400Gb, (ОС - Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), программное обеспечение: для работы с ПЛК VIPA – WinSPS-S7 V5 (бесплатная версия); для работы с преобразователями частоты Unidrive и Comander фирмы Control Technique – STSoft V1.16.0.3, Sypt PRO V 2.5.3, CT Scope V1.1.4 (бесплатная версия); для работы с преобразователями частоты фирмы Lenze – Global Drive Control V4.14.1.0 (бесплатная версия); для работы с ПЛК OBEH – CoDeSys V2.3 (бесплатная версия); для работы с регистратором параметров Рекон – WinRec MC (бесплатная версия); для работы с цифровым мультиметром LOVATO DMK3 – DMK Remote Control (бесплатная версия); для работы с ПЛК Zelio-logic фирмы Schneider Electric – Zelio Soft2 (бесплатная версия); для работы со SCADA Zenon фирмы COPA-DATA – Zenon Editor 6.22, Zenon RunTime (бесплатная версия). Мультимедийный проектор Epson Emp-S52, экран проекционный, специализированная мебель: доска передвижная, столы аудиторные, стулья ученические.

### **7.3 Самостоятельная работа**

. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).