



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

Руководитель ОПОП ВО  
доцент И.И. Растворова

---

Проректор по образовательной  
деятельности  
доцент Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ В ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ**

Уровень высшего образования: *Магистратура*

Направление подготовки: *11.04.04 – Электроника и наноэлектроника*

Направленность (профиль): *Силовая электроника*

Квалификация выпускника: *магистр*

Форма обучения: *очная*

Составитель: *к.т.н. Добуш В.С.*

**Санкт-Петербург**

**Рабочая программа дисциплины «Микроконтроллеры в электроприводе» составлена:**

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» и уровню высшего образования магистратура, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации (далее – Минобрнауки России) от «22» сентября 2017 г. № 959;
- на основании учебного плана подготовки по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (уровень магистратуры)» профиль «Силовая электроника».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н. В.С. Добуш

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей электротехники от 01.02.2021 г., протокол № 14.**

Заведующий кафедрой ОЭ \_\_\_\_\_ д.т.н. Я.Э. Шклярский

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса к.т.н. \_\_\_\_\_ Романчиков А.Ю.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Микроконтроллеры в электроприводе» является обучение современным принципам микропроцессорного управления двигателями и иными электромеханическими преобразователями энергии; средствам программирования и отладки программного обеспечения микропроцессоров; алгоритмам управления двигателями и преобразователями энергии. Целью дисциплины «Микроконтроллеры в электроприводе» в практическом плане является обучение практическим навыками программирования контроллеров применительно к задачам управления электроприводами, двигателями и преобразователями энергии.

Основной задачей дисциплины «Микроконтроллеры в электроприводе» является осуществление правильного выбора программных и аппаратных средств микроконтроллеров при разработке контроллеров управления электромеханическими преобразователями энергии; осуществление разработки алгоритмов управления и программного обеспечения микропроцессорных устройств управления двигателями и преобразователями энергии.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Микроконтроллеры в электроприводе» относится к дисциплинам обязательной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (уровень магистратуры)» и изучается во 2 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Микроконтроллеры в электроприводе» являются «Физика», «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники».

Дисциплина «Микроконтроллеры в электроприводе» является основополагающей для прохождения «Преддипломной практики» и «Выполнения и защиты выпускной квалификационной работы».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Микроконтроллеры в электроприводе» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ОПК-1	ОПК-1.1. Знает тенденции и перспективы развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники ОПК-1.2. Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности ОПК-1.3. Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПКС-2	ПКС-2.1. Знает принципы построения и функционирования изделий силовой электроники ПКС-2.2. Умеет рассчитывать предельно допустимые и предельные режимы работы устройств силовой электроники ПКС-2.3. Владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследования устройств силовой электроники

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Микроконтроллеры в электроприводе» составляет 5 зачетных единиц, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		2
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>112</b>	<b>112</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	72	72
Подготовка к семинарским занятиям	-	-
Подготовка к практическим занятиям	72	72
Подготовка к лабораторным занятиям	-	-
Вид промежуточной аттестации - экзамен	<b>36 (Э)</b>	<b>36 (Э)</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>ак. час.</b>	<b>180</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>5</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Контроллеры управления двигателями постоянного тока.	48	2	8	-	37
2.	Контроллеры управления двигателями и электроприводами переменного тока.	48	2	8	-	37
3.	Контроллеры управления шаговыми двигателями	48	4	8	-	38
<b>Итого:</b>		<b>144</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>-</b>	<b>112</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Контроллеры управления двигателями постоянного тока.	Введение. Методы управления двигателями постоянного тока. Контроллер ПИД-регулятора.	2
2.	Контроллеры управления двигателями и электроприводами переменного тока.	Контроллеры частотного управления асинхронными двигателями.	2
3.	Контроллеры управления шаговыми двигателями	Методы коммутации обмоток ШД. Контроллеры коммутации обмоток ШД. Контроллер шагового электропривода.	4
<b>Итого:</b>			<b>8</b>

### 4.2.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Методы управления двигателями постоянного тока. Использование численных методов в программах управления. Контроллер ПИД-регулятора.	4
		Изучение системы компьютерных вычислений Matlab в программах управления двигателями постоянного тока	4
2.	Раздел 2.	Методы коммутации обмоток ШД. Контроллеры коммутации обмоток ШД. Контроллер шагового электропривода.	4
		Контроллер коммутации обмоток шагового двигателя с электрическим дроблением шага.	4
3.	Раздел 3.	Контроллеры частотного управления асинхронными двигателями.	4
		Изучение системы компьютерных вычислений Matlab в программах управления асинхронными двигателями	4
<b>Итого:</b>			<b>24</b>

### 4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

№ п/п	Темы курсовых работ / проектов
1	Разработка частотно-регулируемого электропривода

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Тематика для самостоятельной подготовки**

#### **Раздел 2. Контроллеры управления шаговыми двигателями**

1. Основы устройства и работы шагового электродвигателя.
2. Принцип работы блока управления шаговым двигателем.
3. Требования, предъявляемые к микроконтроллерам в электроприводе
4. Основные тенденции развития встроенных систем управления двигателями.

#### **Раздел 3. Контроллеры управления двигателями и электроприводами переменного тока**

1. Применение DSP микроконтроллеров для управления вентильными двигателями.
2. Микроконтроллеры для встраиваемых систем управления электроприводом
3. Формирование алгоритмов в частотно-управляемом электроприводе.
4. Современные частотно управляемые электроприводы.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине): около 30-40 вопросов**

1. Назначение измерений в энергетике?
2. Почему точность измерений выше при 4-х проводном методе?
3. Назначение процессорной платы в преобразователе?
4. Назначение гальванической развязки в микропроцессорных устройствах?
5. Роль микроконтроллера в измерительном преобразователе?
6. Какие регистры используются для работы с памятью EEPROM?
7. Последовательность действий при записи данных в EEPROM?
8. Последовательность действий при чтении данных из EEPROM?
9. Для чего используются прерыватели в таймерах?
10. Отличие таймера TMR0 от TMR1?
11. Отличие таймера TMR0 от TMR2?
12. Последовательность действий при работе с АЦП?
13. Из чего состоят команды микроконтроллера?
14. Как задаётся адрес размещения результата операции?
15. Преимущества и недостатки языка Ассемблер?
16. Отличие комплексного программирования МК от простого?
17. Возможности инструмента разработки программ MPASM?
18. С какой целью при программировании используются макросы?
19. Достоинства внутрисхемного программирования?
20. Особенности неймановской архитектуры.
21. Особенности гарвардской архитектуры.
22. Почему применение однословных команд повышает надёжность работы микроконтроллеров?
23. Как можно обеспечить кибербезопасность страны?
24. Какие порты используются в микроконтроллере
25. Назовите основных производителей микроконтроллеров.
26. Какие микроконтроллеры следует применять для минимизации стоимости и потребления
27. стоимости и потребления
28. Назовите основы двоичной и шестнадцатеричной систем счисления.
29. Докажите, что двоичное число 1010101 равно десятичному числу 85.
30. Докажите, что шестнадцатеричное число 31CD равно десятичному числу 973.

**6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену**  
**Вариант №1**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Число с плавающей точкой одинарной точности занимает?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 24 двоичных разряда</li> <li>2. 32 двоичных разряда</li> <li>3. 36 двоичных разрядов</li> <li>4. 64 двоичных разряда</li> </ol>
2.	Число с плавающей точкой двойной точности занимает	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 32 двоичных разряда</li> <li>2. 36 двоичных разрядов</li> <li>3. 48 двоичных разрядов</li> <li>4. 64 двоичных разряда</li> </ol>
3.	Логический элемент - это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. единица измерения функциональной сложности цифровых микросхем</li> <li>2. устройство, выполняющее логические операции</li> <li>3. устройство, поведение которого предсказуемо</li> </ol>
4.	Программируемые логические схемы представляют собой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. специализированные заказные логические микросхемы</li> <li>2. логические микросхемы с функциями микропроцессора</li> <li>3. стандартные БИС/СБИС, предназначенные для решения специализированных задач путём программирования пользователем</li> </ol>
5.	Сложные программируемые логические схемы CPLD представляют собой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. последовательность программируемых матриц элементов "И" и "ИЛИ", а также блоков входных и выходных буферных каскадов</li> <li>2. совокупность блоков логических элементов, имеющих структуру программируемой матричной логики (ПМЛ), объединённых с помощью программируемой коммутационной матрицы</li> <li>3. совокупность большого количества конфигурируемых логических блоков, расположенных по строкам и столбцам в виде матрицы, и трассировочных ресурсов, обеспечивающих их межсоединения</li> </ol>
6.	Микросхемы программируемых пользователями вентиляемых матриц FPGA представляют собой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. последовательность программируемых матриц элементов "И" и "ИЛИ", а также блоков входных и выходных буферных каскадов</li> <li>2. совокупность блоков логических элементов, имеющих структуру программируемой матричной логики (ПМЛ), объединённых с помощью программируемой</li> </ol>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>3. коммутационной матрицы совокупность большого количества конфигурируемых логических блоков, расположенных по строкам и столбцам в виде матрицы, и трассировочных ресурсов, обеспечивающих их межсоединения</li> </ul>
7.	Система на кристалле - это	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. программируемая логическая интегральная схема с расширенными функциями</li> <li>2. цифровое вычислительное устройство, выполненное на базе одной интегральной микросхемы, в которой с помощью универсальных или специализированных аппаратных блоков или на базе программных ядер и универсальных логических блоков реализованы все необходимые функции</li> <li>3. микропроцессор с расширенными функциями</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ul>
8.	Язык описания аппаратуры VHDL поддерживает	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. графическое описание схемы</li> <li>2. структурное описание схемы</li> <li>3. потоковое описание схемы</li> <li>4. поведенческое описание схемы</li> </ul>
9.	Микропроцессор - это	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. программно-управляемое электронное цифровое устройство, предназначенное для обработки цифровой информации и управления процессом этой обработки</li> <li>2. интегральная схема, на кристалле которой размещены все составные части типовой вычислительной системы</li> <li>3. аппаратно реализованное устройство для реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ul>
10.	Раздельные адресные пространства памяти программ и памяти данных характерны для	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Гарвардской архитектуры</li> <li>2. архитектуры фон-Неймана</li> <li>3. архитектуры Шеннона</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ul>
11.	CISC-микропроцессоры	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. характеризуются полным набором команд различного формата с различными способами адресации</li> <li>2. характеризуются сокращенным набором команд одинакового формата, выполняемых за один такт</li> <li>3. нет верного ответа</li> </ul>

		4. оба варианта верны
12.	RISC-микропроцессоры	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. характеризуются полным набором команд различного формата с различными способами адресации</li> <li>2. характеризуются сокращенным набором команд одинакового формата, выполняемых за один такт</li> <li>3. не характеризуются сокращенным набором команд одинакового формата, выполняемых за один такт</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ol>
13.	Счётчик команд (программный счётчик) - это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. регистр процессора, содержащий адрес вершины стека</li> <li>2. регистр процессора, содержащий адрес следующей выполняемой команды</li> <li>3. регистр процессора, содержащий адрес текущего вектора прерываний</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ol>
14.	Изучение архитектуры МП обычно начинают со знакомства с	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. технологией изготовления</li> <li>2. квалификационными признаками</li> <li>3. интерфейсом микропроцессора</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ol>
15.	К запоминающим устройствам с произвольной выборкой относятся:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ОЗУ, ПЗУ, ВЗУ и СОЗУ</li> <li>2. ОЗУ, ПЗУ и ППЗУ</li> <li>3. ВЗУ, СОЗУ и буферные ЗУ</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ol>
16.	В каких тормозных режимах может работать двигатель последовательного возбуждения?:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при динамическом торможении и торможении с отдачей энергии в сеть;</li> <li>2. при торможении с отдачей энергии в сеть и торможении противовключением;</li> <li>3. при торможении противовключением и динамическом торможении.</li> <li>4. нет верного варианта</li> </ol>
17.	У двигателей с фазным ротором...:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. начальный пусковой момент увеличивается по мере возрастания до известных пределов сопротивления резистора, а пусковой ток при увеличении сопротивления уменьшается;</li> <li>2. начальный пусковой момент уменьшается по мере возрастания до известных пределов сопротивления резистора, а пусковой ток при увеличении</li> </ol>

		<p>сопротивления увеличивается;</p> <p>3. начальный пусковой момент увеличивается по мере возрастания до известных пределов сопротивления резистора, а пусковой ток при увеличении сопротивления увеличивается.</p> <p>4. нет верного варианта</p>
18.	Динамическое торможение асинхронного двигателя возможно:	<p>1. при скорости выше синхронной;</p> <p>2. при движущем моменте нагрузки;</p> <p>3. при включении обмотки статора на сеть постоянного тока.</p> <p>4. нет верного варианта</p>
19.	При каких условиях асинхронный двигатель в режиме динамического торможения оказывается с сильно насыщенной магнитной системой.	<p>1. при малых угловых скоростях ротора и большом эквивалентном токе;</p> <p>2. при больших угловых скоростях и большом эквивалентном токе;</p> <p>3. при малых угловых скоростях и малом эквивалентном токе.</p> <p>4. нет верного варианта</p>
20.	Какое торможение чаще всего применяют на практике, когда требуется осуществить перемену направления вращения?	<p>1. динамическое торможение;</p> <p>2. торможение противовключением;</p> <p>3. торможение с отдачей энергии в сеть.</p> <p>4. нет верного варианта</p>

### Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	В современных микро – ЭВМ для хранения программ и данных используется одно пространство памяти. Такая организация получила название	<p>1. архитектуры Гарвардской лаборатории</p> <p>2. архитектуры Шеннона</p> <p>3. архитектуры Дж. Фон Неймана</p> <p>4. нет правильного ответа</p>
2.	Группа периферийных устройств подключается к шине данных через контроллер:	<p>1. обмена</p> <p>2. прямого доступа</p> <p>3. прерываний</p> <p>4. нет правильного ответа</p>
3.	Микропроцессоры с наращиваемой разрядностью ориентированы на:	<p>1. микропрограммное управление</p> <p>2. специализированное управление</p> <p>3. логическое управление</p> <p>4. нет правильного ответа</p>
4.	Дефекты подразделяются на:	<p>1. сбои, отказы, ошибки</p> <p>2. сбои, отказы, неисправности</p> <p>3. сбои, отказы</p>

		4. нет верного ответа
5.	В микроконтроллере использован ..... принцип построения команд:	1. безадресный 2. одноадресный 3. двухадресный 4. нет правильного ответа
6.	Регистры управления прерываниями содержатся в	1. стандартном регистровом файле 2. расширенном регистровом файле 3. стандартном регистровом файле, кроме регистра IRQ, который содержится в РРФ 4. нет правильного ответа
7.	Архитектура микропроцессора -это .....организация:	1. структурная и логическая 2. схемная и логическая 3. схематическая, логическая и структурная 4. нет правильного ответа
8.	Математические возможности микроконтроллера характеризуются:	1. системой команд 2. способом адресации 3. принципом выполнения команд 4. нет правильного ответа
9.	Главным преимуществом микропроцессора с жестким управлением является:	1. высокая производительность 2. высокое быстродействие 3. высокая надежность 4. нет правильного ответа
10.	Существуют два способа передачи слов информации по линии данных:	1. параллельный и последовательный 2. синхронный и асинхронный 3. параллельно-последовательный и последовательный 4. нет правильного ответа
11.	Микропроцессорная система- это система:	1. разделения времени 2. дополнительного времени 3. реального времени 4. нет правильного ответа
12.	Счётчик команд (программный счётчик) - это	1. регистр процессора, содержащий адрес вершины стека 2. регистр процессора, содержащий адрес следующей выполняемой команды 3. команды 4. регистр процессора, содержащий адрес текущего вектора прерываний
13.	Микроконтроллер - это	1. специализированный

		<p>микропроцессор, предназначенный для построения</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. устройств управления техническими объектами и технологическими процессами</li> <li>3. устройство управления с малым количеством каналов ввода-вывода</li> <li>4. малогабаритный промышленный компьютер</li> </ol>
14.	Конвейеризация - это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. способ повышения производительности процессора, основанный на разделении подлежащей исполнению команды (инструкции) на разные этапы и выделении для каждого из них отдельного блока аппаратуры</li> <li>2. способ повышения производительности процессора, основанный на совмещении операций путём воспроизведения в нескольких копиях аппаратной структуры</li> <li>3. нет правильного ответа</li> <li>4. оба варианта верны</li> </ol>
15.	Стек - это специальным образом организованная последовательность ячеек памяти с дисциплиной обслуживания	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. "первым пришёл - первым вышел"</li> <li>2. "последним пришёл - первым вышел"</li> <li>3. "последним пришёл - последним вышел"</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ol>
16.	Режим, при котором кратковременные периоды неизменной номинальной нагрузки чередуются с периодами холостого хода машины, называется	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. продолжительный</li> <li>2. кратковременный</li> <li>3. повторно-кратковременный</li> <li>4. повторно-кратковременный с частыми пусками</li> </ol>
17.	По характеру технологического процесса механизмы, рабочий процесс которых состоит из повторяющихся однотипных циклов, называются:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. механизмы центробежного типа</li> <li>2. механизмы циклического действия</li> <li>3. механизмы конвейерного типа</li> <li>4. механизмы поточно-транспортной системы</li> </ol>
18.	Зависимость статического момента сопротивления от скорости движения – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. нагрузочная характеристика</li> <li>2. механическая характеристика</li> <li>3. электромеханическая характеристика</li> <li>4. инерционная характеристика</li> </ol>
19.	Сколько существует рабочих режимов электродвигателей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пять</li> <li>2. шесть</li> <li>3. семь</li> <li>4. восемь</li> </ol>
20.	Какие из перечисленных типов двигателей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. асинхронные</li> </ol>

не применяются в электроприводах	2. синхронные 3. вентильные, шаговые 4. все перечисленные применяются
----------------------------------	---

**Вариант №3**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Процедура прерывания - это	1. приостановка по сигналу прерывания выполнения текущей программы, выполнение другой программы и восстановление сохранённого до прерывания состояния процессора и продолжение выполнения прерванной программы 2. приостановка работы арифметико-логического устройства процессора для сбережения энергии 3. остановка работы процессора при сбое
2.	Режим реального времени характеризуется	1. гарантированным временем реакции (отклика) микропроцессорной системы на события, происходящие в управляемой системе (объекте) 2. работой микропроцессорной системы в режиме максимальной производительности 3. наличием в микропроцессорной системе часов реального времени (в том числе) 4. нет правильного ответа
3.	Вещественные числа могут быть представлены	1. смещённым кодом (нет, т.к. это формат записи, а не формат представления) 2. дополнительным кодом (то же самое) 3. форматом с фиксированной запятой 4. форматом с фиксированной запятой
4.	Число с плавающей точкой одинарной точности занимает	1. 24 двоичных разряда 2. 32 двоичных разряда 3. 36 двоичных разрядов 4. 64 двоичных разряда
5.	Число с плавающей точкой двойной точности занимает	1. 32 двоичных разряда 2. 36 двоичных разрядов 3. 48 двоичных разрядов 4. 64 двоичных разряда
6.	Логические команды выполняются:	1. над машинными словами 2. поразрядно 3. побайтно 4. нет правильного ответа

7.	По способу управления микропроцессоры могут быть:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. со схемным и микропрограммным управлением</li> <li>2. с жестким и мягким управлением</li> <li>3. с мягким и микропрограммным управлением</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ol>
8.	Команда микропроцессора состоит:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. адреса и данных</li> <li>2. кода операции и адреса</li> <li>3. кода операции, данных и адреса</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ol>
9.	Локальной шиной называется шина, ... выходящая на контакты микропроцессора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. физически</li> <li>2. логически</li> <li>3. электрически</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ol>
10.	Память с определенной формой адресации называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. стек</li> <li>2. КЭШ- памятью</li> <li>3. оперативной памятью</li> <li>4. нет правильного ответа</li> </ol>
11.	Какой из перечисленных способов регулирования частоты вращения ротора не применим для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. изменение числа пар полюсов</li> <li>2. изменение напряжения</li> <li>3. введение дополнительной э.д.с. в цепь обмотки ротора</li> <li>4. правильный ответ не указан</li> </ol>
12.	Что из перечисленного не относится к достоинствам синхронного двигателя по сравнению с асинхронным	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. высокий к.п.д.</li> <li>2. возможность изготовления на большие мощности</li> <li>3. большие возможности регулирования скорости вращения</li> <li>4. малая чувствительность к колебаниям напряжения</li> </ol>
13.	Изменение момента от внутреннего угла сдвига синхронного двигателя между э.д.с. и напряжением – это:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. угловая характеристика</li> <li>2. моментная характеристика</li> <li>3. нагрузочная характеристика</li> <li>4. инерционная характеристика</li> </ol>
14.	Каким способом возможен пуск асинхронного двигателя с фазным ротором:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. пусковым реостатом в цепи ротора</li> <li>2. автотрансформаторный пуск</li> <li>3. переключением «звезда – треугольник»</li> <li>4. всеми перечисленными способами</li> </ol>
15.	Зависимость скорости движения исполнительного органа рабочей машины от времени – это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. нагрузочная диаграмма</li> <li>2. инерционная характеристика</li> <li>3. тахограмма</li> <li>4. электромеханическая характеристика</li> </ol>
16.	Режим, при неизменной постоянной	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. продолжительный</li> </ol>

	нагрузке, продолжающийся столько времени, что превышение температур всех частей машины достигают своего установившегося значения, называется:	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. кратковременный</li> <li>3. повторно-кратковременный</li> <li>4. перемежающийся</li> </ol>
17.	При номинальных параметрах электродвигателя снимается механическая характеристика	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. искусственная</li> <li>2. натуральная</li> <li>3. номинальная</li> <li>4. нулевая</li> </ol>
18.	Положительным направлением движения нереверсивного электропривода является направление	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. соответствующее подъему груза</li> <li>2. соответствующее опусканию груза</li> <li>3. рабочее направление</li> <li>4. соответствующее правилу правой руки</li> </ol>
19.	При установившемся состоянии электропривода	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>M_{дин} = var</math></li> <li>2. <math>M_{дин} = const</math></li> <li>3. <math>M_{дин} = 0</math></li> <li>4. <math>M_{дин} &gt; 0</math></li> </ol>
20.	Какое высказывание соответствует регулированию частоты вращения электродвигателя с помощью уменьшения подаваемого напряжения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при неизменной частоте идеального холостого хода характеристики становятся более мягкими</li> <li>2. частоты идеального холостого хода уменьшается, а жесткость характеристик остается постоянной</li> <li>3. изменяется и частота идеального холостого хода, и жесткость характеристик</li> <li>4. нет верного варианта</li> </ol>

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос



Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы, порядке проведения промежуточной аттестации.

Для организации и контроля учебной работы студентов используется метод ежемесячной аттестации обучающегося по итогам выполнения текущих аудиторных и самостоятельных (внеаудиторных) работ. Форма промежуточной аттестации: зачет.

### 7.1. Основная литература

1. Промышленные контроллеры. Микропроцессорные системы энергетических объектов курс лекций / О. А. Готшалк. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2003. - 63 с.
2. Частотное управление асинхронными двигателями [Текст] / А. А. Булгаков. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоиздат, 1982. - 215 с.
3. Преобразовательные устройства в системах электроснабжения [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. И. Кантер. - Саратов : Изд-во СГУ, 1989. - 258 с.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Основы преобразовательной техники [Текст] : учеб. для вузов / В. С. Руденко, В. И. Сенько, И. М. Чиженко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1980. - 423 с
2. Автономные инверторы тока [Текст] / Ю. Г. Толстов. - М. : Энергия, 1978. - 208 с.
3. Элементы автоматизированного электропривода [Текст] : учеб. для вузов / В. М. Терехов. - М. : Энергоатомиздат, 1987. - 223 с.

### 7.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"-  
<http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>

4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>  
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

#### **7.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. Микроконтроллеры в электроприводе: Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине [Электронный ресурс] / Горный университет. Сост.: В.С. Добуш. СПб, 2018. 30 с.
2. Микроконтроллеры в электроприводе: Методические указания для подготовки к практическим (семинарским) занятиям. [Электронный ресурс] / Горный университет. Сост.: В.С. Добуш. СПб, 2018. 40 с.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

В учебном процессе используется комплект демонстрационных стендовых материалов по общей и аналитической химии.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 , Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

**3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 2 шт., стуля – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

**8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)