

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.  
Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***РЕГУЛИРУЕМЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА***

Направление подготовки (специальность)  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Современный автоматизированный электропривод в производственных и технических системах

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированного электропривода и мехатроники
Курс	2
Семестр	3


Магнитогорск  
2024 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники  
25.01.2024, протокол № 4

Зав. кафедрой  А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  В.Р. Храмшин

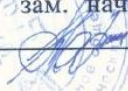
Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры АЭПиМ, канд. техн. наук

А.А.

 Мурзиков



Рецензент:

зам. начальника ЦЭТЛ ПАО "ММК" по электроприводу, канд. техн. наук  
 А.Ю. Юдин

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью преподавания дисциплины «Регулируемый электропривод переменного тока» является рассмотрение теории и практики современного автоматизированного электропривода переменного тока, тенденции его развития.

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

Дисциплина Регулируемый электропривод переменного тока входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Моделирование электротехнических комплексов и систем

Микропроцессорные средства в электроприводах и технологических комплексах

Дополнительные главы математики в электроэнергетике и электротехнике

Регулируемый электропривод постоянного тока

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Автоматизированный электропривод Shneider Electric

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Производственная - научно-исследовательская работа

Производственная-преддипломная практика

Производственная - проектная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Регулируемый электропривод переменного тока» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-4	Способность осуществлять контроль изготовления, испытаний, внедрения и эксплуатации системы электропривода
ПК-4.1	Осуществляет контроль изготовления, испытаний, внедрения и эксплуатации системы электропривода

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 123 акад. часов;
- аудиторная – 119 акад. часов;
- внеаудиторная – 4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 93,3 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 10 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Введение Основные понятия и определения. Современный электропривод переменного тока и направления его развития. Преобразователи частоты в электроприводе.								
1.1 Современный электропривод переменного тока и направления его развития. Преобразователи частоты в электроприводе.	3	2	4		4	Изучение вопросов теории по литературе		ПК-4.1
Итого по разделу		2	4		4			
2. Электромеханические свойства асинхронного двигателя (АД) .Структурная схема асинхронного двигателя как объекта регулирования								
2.1 Статические характеристики АД при различных законах регулирования скорости $U1/f1= const, \Psi\mu= const, \Psi2= const, I1 = const.$	3	2	8		4	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1
2.2 Разомкнутые системы управления асинхронным частотно - регулируемым электроприводом		2	6		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1
2.3 Принципы построения систем частотного регулирования скорости АД.		2	8		4	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1
2.4 Замкнутые системы скалярного управления асинхронным частотно - регулируемым электроприводом		2	6		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1

2.5 Моделирование системы скалярного управления с обратной связью по току статора.		2	6		5,3	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1
2.6 Исследование системы скалярного управления с обратной связью по скорости		2	5		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1
Итого по разделу		12	39		37,3			
3. Системы векторного управления асинхронным электроприводом								
3.1 Система управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД.	3	2	8		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1
3.2 Исследование системы управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД.		4	8		6	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1
3.3 Система управления моментом АД		2	4		6	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1
Итого по разделу		8	20		20			
4. Электромеханические свойства синхронного двигателя. Разработка структурной схемы синхронного двигателя как объекта регулирования								
4.1 Электромеханические свойства синхронного двигателя	1	3	6		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1
4.2 Статические характеристики СД при $U_1 = \text{const}$ , $f_1 = \text{const}$ . Принципы частотного регулирования скорости и момента СД.		3	4		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1
4.3 Моделирование системы автоматического регулирования координат СД.		2	6		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1
4.4 Управление синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя.		4	6		8	Изучение вопросов теории по литературе	устный опрос (собеседование)	ПК-4.1
Итого по разделу		12	22		32			
Итого за семестр		34	85		93,3		экзамен	
Итого по дисциплине		34	85		93,3		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Регулируемый электропривод переменного тока» используются традиционные технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу происходит с использованием мультимедийного оборудования. Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Лекционные занятия проводятся с использованием презентационного оборудования (проектор, экран, ноутбук), в качестве наглядных материалов используются схемы силовых цепей различных вариантов электроприводов переменного тока, функциональные и структурные схемы систем автоматического регулирования, диаграммы изменения основных параметров и тп. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения применяются методы ИТ. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Лабораторные занятия представляют собой исследование свойств рассматриваемых электроприводов как с помощью персональных ЭВМ с набором специализированного программного обеспечения для их моделирования, визуализации и программирования, так и на лабораторных стендах с микропроцессорными САР, обеспечивающими их реализацию.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Анучин, А. С. Системы управления электроприводов : учебник для вузов. / Анучин А. С. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01258-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012581.html>

2. Епифанов, А. П. Электропривод : учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гушинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1234-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210938>

### **б) Дополнительная литература:**

1. Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для вузов / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов ; под редакцией Ю. К. Розанова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 206 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9440-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511459>

2. Энергосбережение и автоматизация производства в теплоэнергетическом хозяйстве города. Частотно-регулируемый электропривод [Электронный ресурс] / Крылов Ю. А., Карандаев А. С., Медведев В. Н. СПб.: "Издательство: Лань, 2023. - 176 с.

3. Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебно-методическое пособие / С. Г. Герман-Галкин. —

Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1520-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169382>

4. Никитенко, Г. В. Электропривод производственных механизмов : учебное пособие / Г. В. Никитенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1468-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211190>

5. Епифанов, А. П. Электропривод : учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гущинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1234-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210941>

6. Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика» <https://vestnik.susu.ru/power/issue/archive>

7. Журнал «Электротехнические системы и комплексы» <http://esik.magtu.ru/ru/>

8. Журнал "Вестник Ивановского государственного энергетического университета" <http://vestnik.ispu.ru/taxonomy/term/102#> -

#### **в) Методические указания:**

Омельченко Е.Я. Системы управления электроприводов. Преобразователи частоты SIMOVERT. Моделирование регулируемых электроприводов переменного тока : учебное пособие (лабораторный практикум) / Омельченко Е.Я., Зинченко М.А., Мурзинов А.А., Шохин В. В. ; МГТУ. - Магнитогорск, 2022. - 160 с. : ил., табл.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
NI MultiSim Education	К-68-08 от 29.05.2008	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>



## **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Персональные ЭВМ с набором специализированного программного обеспечения для моделирования, визуализации и программирования систем.
2. Лабораторные стенды частотно-регулируемых асинхронных и синхронных электроприводов на базе преобразователей частоты фирмы Siemens (Simover Masterdrives Vector Control (2 шт.) и Sinamics (1 шт.)).
3. Комплект мультимедийного оборудования (а.023,027, 227).
4. Комплект мультимедийных презентаций по всем темам дисциплины.

## **Приложение 1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов Оформление отчетов и защита лабораторных работ по разделам:**

### Раздел 2.

Лабораторная работа №1. Статические характеристики АД при различных законах регулирования скорости  $U_1/f_1 = \text{const}$ ,  $\Psi_m = \text{const}$ ,  $\Psi_2 = \text{const}$ ,  $I_1 = \text{const}$ .

Лабораторная работа №2 Разомкнутые системы управления асинхронным частотно - регулируемым электроприводом.

Лабораторная работа №3 Принципы построения систем управления АД.

Лабораторная работа №4. Замкнутые системы скалярного управления асинхронным частотно - регулируемым электроприводом.

Лабораторная работа №5 Моделирование системы скалярного управления с обратной связью по току статора.

Лабораторная работа №.6 Исследование системы скалярного управления с обратной связью по скорости

### Раздел 3.

Лабораторная работа №7 Система управления с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД».

Лабораторная работа № 8 Исследование системы управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД.

Лабораторная работа № 9 Система управления моментом АД в системе управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД.

### Раздел 4.

Лабораторная работа №10 Электромеханические свойства синхронного двигателя».

Лабораторная работа №11 Статические характеристики СД при  $U_1 = \text{const}$ ,  $f_1 = \text{const}$ .  
Принципы частотного регулирования скорости и момента СД.

Лабораторная работа № 12 Моделирование системы автоматического регулирования координат СД.

Лабораторная работа №13 Управление синхронным двигателем в схеме вентильного двигателя.

Лабораторная работа №14 Особенности схемы вентильного двигателя.

Лабораторная работа №15 Система управления электропривода с вентильным двигателем.

## **7.2 Контрольные вопросы по проведению самостоятельной работы по разделам**

### Раздел 1.

1. Как классифицируются преобразователи частоты?
2. Принцип действия различных типов преобразователей частоты.
3. В чем принципиальное отличие преобразователей частоты на основе инверторов напряжения и тока?
4. Перечислите достоинства и недостатки преобразователей частоты со звеном постоянного тока и с непосредственной связью.
5. В чем состоят недостатки преобразователей частоты на основе инверторов напряжения с ШИМ.
6. Особенности реализации моделей преобразователей частоты в среде Matlab\_Simulink.
7. Как реализуются тормозные режимы АД в системе ПЧ-АД?
8. Способы получения рекуперативного торможения в системе ПЧ-АД.
9. Как программируются параметры преобразователей частоты фирмы Siemens (Simover Masterdrives, VectorControl и Sinamiqs)?
10. Энергетические показатели различных типов преобразователей частоты.

### Раздел 2.

1. Представьте качественный вид зависимостей магнитных потоков намагничивания, статора и ротора АД от его скольжения при различных соотношениях между напряжением и частотой питания статора двигателя.
2. Дать сравнительный анализ механических характеристик АД при различных соотношениях между напряжением и частотой питания статора двигателя.
3. В чем отличия механических характеристик АД при его питании от источников напряжения и тока?
4. Оцените области допустимых значений токов, напряжений, магнитных потоков и скорости АД при его частотном регулировании.
5. Как реализуется модель АД в среде Matlab\_Simulink при его частотном регулировании?
6. Как программируются параметры АД в электроприводах фирмы Siemens (Simover Masterdrives, Vector Control и Sinamiqs)?
7. Как программируются разомкнутая САР ПЧ-АД в электроприводах фирмы Siemens (Simover Masterdrives, Vector Control и Sinamiqs)?
8. Как получить кривые переменных в электроприводе с помощью программы Drive Monitor?
9. Как программируются скалярная САР ПЧ-АД с обратными связями по току статора в электроприводах фирмы Siemens (Simover Masterdrives, Vector Control и Sinamiqs)?
10. Как программируются скалярная САР ПЧ-АД с обратной связью по скорости в электроприводах фирмы Siemens (Simover Masterdrives, Vector Control и Sinamiqs)?
11. Как реализуется модель разомкнутой и скалярной САР ПЧ-АД в среде Matlab\_Simulink?
12. Оцените диапазоны частотного регулирования скорости АД в разомкнутой системе управления при различных зависимостях статического момента на валу АД от его скорости.
13. Какие факторы влияют на выбор минимального и максимального значений частоты и напряжения на выходе преобразователя частоты?
14. Какие обратные связи способствуют увеличению жесткости механической характеристики асинхронного частотно-регулируемого электропривода? Дать сравнительную оценку различным способам стабилизации скорости АД.
15. Какими факторами ограничивается максимальный коэффициент положительной обратной связи по току статора АД в скалярной САР ПЧ-АД?
16. Определите для электропривода с ПИ-регулятором скорости скалярной САР ПЧ-АД характер изменения выходного напряжения регулятора скорости, частоты и напряжения на статоре двигателя, а также его скорости в функции момента на валу двигателя. Как они будут отличаться для двигателей с различными значениями номинальных скольжений?
17. Какими факторами ограничено применение разомкнутых систем с частотно-токовым управлением АД?

### Раздел 3.

1. На примере векторной диаграммы основного потокосцепления и тока статора АД показать общность физических взаимосвязей в двигателе постоянного тока и АД.
2. Укажите особенности построения систем управления с ориентацией системы координат  $x, y$  по вектору потокосцепления статора и ротора.
3. Объясните назначение функциональных устройств А1...А12 и блоков ЭМФ и ИМ на функциональной схеме САР с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД.
4. Как реализуется модель векторной САР с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД в среде Matlab\_Simulink?
5. Построить и сравнить регулировочные характеристики асинхронного электропривода и диаграммы изменений частоты, напряжения, составляющих тока статора по осям  $x$  и  $y$ , магнитного потока ротора в функции сигнала управления скоростью АД в системе

управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД при отсутствии и наличии статической нагрузки на валу двигателя.

6. Построить и сравнить механические характеристики асинхронного электропривода и диаграммы изменения частоты, напряжения, составляющих тока статора по осям  $x$  и  $y$ , магнитного потока ротора в функции момента на валу АД в системе управления с косвенной ориентацией по вектору потокосцепления ротора АД при исходных заданных частотах выходного напряжения меньше и больше номинального их значения.

7. Оценить изменение механической характеристики электропривода в этой же системе управления при вариациях параметров регуляторов скорости, тока, уровней ограничения в блоках БО1, БО2.

#### Раздел 4.

1. От каких параметров СД зависит его перегрузочная способность и как её можно регулировать?

2. В чём состоят конструктивные различия между асинхронным и синхронным двигателями?

3. В каких электроприводах целесообразно применять синхронные двигатели с частотным регулированием скорости?

4. Как реализуется модель векторной САР ПЧ-СД среде Matlab\_Simulink?

5. Как программируются векторная САР ПЧ-СД с обратной связью по скорости в электроприводах. Фирмы Siemens (Sinamics)?

6. В чем заключаются особенности системы управления синхронным двигателем с прямой ориентацией по вектору потокосцепления ротора.

**Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной и итоговой аттестации**

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<b>ПК-4: Способность осуществлять контроль изготовления, испытаний, внедрения и эксплуатации системы электропривода</b>		
<b>ПК-4.1:</b>	Осуществляет контроль изготовления, испытаний, внедрения и эксплуатации системы электропривода	<p><b>Контрольные вопросы</b></p> <p>Раздел 1.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как классифицируются преобразователи частоты?</li> <li>2. Принцип действия различных типов преобразователей частоты.</li> <li>3. В чем принципиальное отличие преобразователей частоты на основе инверторов напряжения и тока?</li> <li>4. Перечислите достоинства и недостатки преобразователей частоты со звеном постоянного тока и с непосредственной связью.</li> <li>5. В чем состоят недостатки преобразователей частоты на основе инверторов напряжения с ШИМ.</li> <li>6. Особенности реализации моделей преобразователей частоты в среде Matlab_Simulink.</li> <li>7. Как реализуются тормозные режимы АД в системе ПЧ-АД?</li> <li>8. Способы получения рекуперативного торможения в системе ПЧ-АД.</li> <li>9. Как программируются параметры преобразователей частоты фирмы Siemens (Simovert Masterdrives. VectorControl и Sinamiqs)?</li> <li>10. Энергетические показатели различных типов преобразователей частоты.</li> </ol> <p>Раздел 2.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Представьте качественный вид зависимостей магнитных потоков намагничивания, статора и ротора АД от его скольжения при различных соотношениях между напряжением и частотой питания статора двигателя.</li> <li>2. Дать сравнительный анализ механических характеристик АД при различных соотношениях между напряжением и частотой питания статора двигателя.</li> <li>3. В чем отличия механических характеристик АД при его питании от источников напряжения и тока?</li> <li>4. Оцените области допустимых значений токов, напряжений, магнитных потоков и скорости АД при его частотном регулировании.</li> <li>5. Как реализуется модель АД в среде Matlab_Simulink при его частотном регулировании?</li> <li>6. Как программируются параметры АД в электроприводах фирмы Siemens (Simovert Masterdrives. Vector Control и Sinamiqs)?</li> <li>7. Как программируются разомкнутая САП ПЧ-АД в электроприводах фирмы Siemens (Simovert Masterdrives. Vector Control и Sinamiqs)?</li> <li>8. Как получить кривые переменных в электроприводе с</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>помощью программы Drive Monitor?</p> <p>9. Как программируются скалярная САР ПЧ-АД с обратными связями по току статора в электроприводах .фирмы Siemens (Simovert Masterdrives. Vector Control и Sinamiqs)?</p> <p>10. Как программируются скалярная САР ПЧ-АД с обратной связью по скорости в электроприводах .фирмы Siemens (Simovert Masterdrives. Vector Control и Sinamiqs)?</p> <p>11. Как реализуется модель разомкнутой и скалярной САР ПЧ-АД в среде Matlab_Simulink?</p> <p>12. Оцените диапазоны частотного регулирования скорости АД в разомкнутой системе управления при различных зависимостях статического момента на валу АД от его скорости.</p> <p>13. Какие факторы влияют на выбор минимального и максимального значений частоты и напряжения на выходе преобразователя частоты?</p> <p>14. Какие обратные связи способствуют увеличению жесткости механической характеристики асинхронного частотно-регулируемого электропривода? Дать сравнительную оценку различным способам стабилизации скорости АД.</p> <p>15. Какими факторами ограничивается максимальный коэффициент положительной обратной связи по току статора АД в скалярной САР ПЧ-АД?</p> <p>16. Определите для электропривода с ПИ-регулятором скорости скалярной САР ПЧ-АД характер изменения выходного напряжения регулятора скорости, частоты и напряжения на статоре двигателя, а также его скорости в функции момента на валу двигателя. Как они будут отличаться для двигателей с различными значениями номинальных скольжений?</p> <p>17. Какими факторами ограничено применение разомкнутых систем с частотно-токовым управлением АД?</p>

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

– на оценку **«отлично»** – студент должен показать высокий уровень сформированности компетенций не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – студент должен показать средний уровень сформированности компетенций не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

- на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать пороговый уровень сформированности компетенций на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку **«неудовлетворительно»** – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.