

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Филиал «Протвино»
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Университет «Дубна»
(филиал «Протвино» государственного университета «Дубна»)
Кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»

УТВЕРЖДАЮ
Директор

_____ /Евсиков А.А./
подпись Фамилия И.О.

« 30 » июня 2023 г.

Рабочая программа дисциплины

Автоматизированный электропривод

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

код, наименование

Уровень высшего образования

бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) образовательной программы

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Форма обучения

очная, заочная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2023

Автор(ы) программы:

Леонов А.П., доцент, к.т.н., доцент,

кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»

*Фамилия И.О., должность, ученая степень (при наличии),
ученое звание (при наличии), кафедра;*

_____ *подпись*

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению
подготовки высшего образования

15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

_____ *(код и наименование направления подготовки (специальности))*

Программа рассмотрена на заседании кафедры

«Автоматизация технологических процессов и производств»

_____ *(название кафедры)*

Протокол заседания № 8 от «29» июня 2023 г.

Заведующий кафедрой Маков П.В.

(Фамилия И.О., подпись)

Эксперт (рецензент):

_____ *(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность; если текст рецензии не прикладывается –
подпись эксперта (рецензента), заверенная по месту работы)*

Оглавление

| | |
|---|----|
| 1 Цели и задачи освоения дисциплины | 4 |
| 2 Место дисциплины в структуре ОПОП | 4 |
| 3 Планируемые результаты обучения по дисциплине | 5 |
| 4 Объем дисциплины | 5 |
| 5. Содержание дисциплины | 6 |
| 6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине | 9 |
| 7 Фонды оценочных средств по дисциплине | 10 |
| 8 Ресурсное обеспечение | 11 |
| Приложение к рабочей программе дисциплины | 15 |

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины «Автоматизированный электропривод» (АЭП):

– формирование у обучающихся профессиональной ПК-3 компетенции в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» с учетом направленности бакалаврской программы – «Автоматизация технологических процессов и производств»;

– подготовка будущего бакалавра к участию во всех фазах исследования, проектирования и эксплуатации АЭП как средства автоматизации технологических процессов и производств.

Задачи освоения дисциплины «Автоматизированный электропривод»:

Изучить:

- принципы построения и характеристики современных АЭП;
- конструкцию и характеристики электрических машин как исполнительных органов АЭП;
- способы регулирования координат АЭП при пуске, реверсе, торможении и в установившемся режиме;
- типы силовых полупроводниковых преобразователей и их характеристики;
- правила выбора исполнительных двигателей и силовых преобразователей регулируемых АЭП в зависимости от типа нагрузки;
- способы настройки и правила введения АЭП в эксплуатацию.

Овладеть:

- навыками определения оптимальных способов регулирования координат АЭП при пуске, реверсе, торможении и в установившемся режиме;
- методикой энергетического расчета АЭП, выбора типов исполнительных двигателей и силовых полупроводниковых преобразователей;
- навыками построения типовых схем АЭП и систем управления ими;
- навыками настройки и введения АЭП в эксплуатацию.

Специфика курса учитывает особенности информационных технологий для студентов с ограниченными возможностями здоровья. Преподавание данного курса происходит с использованием адаптированной компьютерной техники.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу дисциплины «Автоматизированный электропривод», являются:

- системы автоматизации производственных и технологических процессов изготовления продукции различного служебного назначения, управления ее жизненным циклом и качеством, контроля, диагностики и испытаний;
- нормативная документация;
- средства технологического оснащения систем автоматизации, управления, контроля, диагностирования, испытаний в основном и вспомогательном производствах, а также методы и средства их исследования, проектирования, изготовления, отладки, производственных испытаний в различных отраслях национального хозяйства.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Автоматизированный электропривод» Б1.В.14 относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной дисциплиной.

Дисциплина преподается в VII семестре IV курса.

Приступая к изучению дисциплины «Автоматизированный электропривод», студент имеет знания и навыки по дисциплинам: «Физика», «Теоретическая механика», «Электро-

техника и электроника», «Технические средства автоматизации», «Теория автоматического управления».

3 Планируемые результаты обучения по дисциплине

| Формируемые компетенции (код и наименование) | Индикаторы достижения компетенций (код и формулировка) | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|--|---|--|
| <i>ПК-3. Способность разрабатывать рабочий проект гибких производственных систем в машиностроении и осуществлять выбор программного обеспечения для системы управления гибкими производственными системами</i> | ПК-3.1. Выполняет разработку сборочных чертежей рабочего проекта гибких производственных систем | Знать принцип работы, технические характеристики модулей гибких производственных систем |
| | | Уметь оформлять пояснительную записку рабочего проекта гибких производственных систем |
| | | Владеть способностью разработки технических проектов с использованием средств автоматизации проектирования |

Результат обучения сформулирован с учетом следующего профессионального стандарта:

- Профессиональный стандарт 40.152 «Специалист по проектированию гибких производственных систем в машиностроении», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 01 февраля 2017 г. № 117н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 22 февраля 2017 г., регистрационный № 45783).

4 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, всего 108 академических часов.

5. Содержание дисциплины
очная форма обучения

| Наименование разделов и тем дисциплины | Всего (академ. часы) | в том числе: | | | | | | Самостоятельная работа обучающегося |
|--|----------------------|--|------------------------------------|----------------------|------|-----|-------|-------------------------------------|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) ¹ | | | | | | |
| | | Лекции | Практические (семинарские) занятия | Лабораторные занятия | КРП* | ... | Всего | |
| VII семестр | | | | | | | | |
| Раздел 1. Введение в автоматизированный электропривод (АЭП) Тема 1.1. Определение, структура и классификация АЭП. Тема 1.2. Одномассовая расчётная модель АЭП. | 4 | 2 | 2 | 0 | | | 4 | |
| Раздел 2. АЭП на базе электрических машин (ЭМ) постоянного тока Тема 2.1. Конструкция и принцип действия ЭМ постоянного тока. Тема 2.2. Статические характеристики двигателей постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ), их энергетические режимы работы. Тема 2.3. Способы регулирования скорости ДПТНВ. Схемы включения и характеристики управляемых выпрямителей в системе «тиристорный преобразователь – двигатель» (ТП – Д). Тема 2.4. Двигатели постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ). | 12 | 8 | 4 | 0 | | | 12 | |
| Раздел 3. АЭП на базе электрических машин переменного тока Тема 3.1. Асинхронные двигатели (АД) как исполнительные устройства АЭП переменного тока. Тема 3.2. Синхронные двигатели (СД). Тема 3.3. Линейные двигатели переменного тока. | 26 | 14 | 4 | 8 | | | 26 | |
| Раздел 4. Выбор исполнительных двигателей АЭП. | 22 | 4 | 5 | 0 | | | 9 | 13 |

¹ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

| | | | | | | | | |
|---|-----------------|----|----|----|--|--|----|----|
| Тема 4.1. Исходные данные и последовательность выбора исполнительных двигателей электроприводов. Тема 4.2. Выбор исполнительных двигателей и частотных преобразователей для типовых режимов работы в АЭП | | | | | | | | |
| Раздел 5. Принципы построения и настройки современных АЭП Тема 5.1. Принципы построения АЭП. Тема 5.2. Методика настройки цифровых ПИД – регуляторов отечественных промышленных сервоприводов. Тема 5.3. Аналоговые и цифровые электроприводы в станкостроении. | 17 | 6 | 2 | 9 | | | 17 | |
| Промежуточная аттестация: - экзамен | 27 ² | X | | | | | | |
| Итого по дисциплине | 108 | 34 | 17 | 17 | | | | 13 |

*КРП - часы контактной работы на курсовую работу (проект) по дисциплине. Часы относятся к внеаудиторной контактной работе, выполняются вне расписания учебных занятий по дисциплине. Указываются, если предусмотрены учебным планом.

² Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в автоматизированный электропривод (АЭП)

Тема 1.1. Определение, структура и классификация АЭП

Определения электрического привода и АЭП. Анализ функциональной схемы АЭП и её составных частей. Классификация АЭП по степени управляемости, по роду тока, по способам распределения механической энергии.

Тема 1.2. Одномассовая расчетная модель АЭП

Формулы приведения параметров механической части привода к валу двигателя. Уравнения движения АЭП. Механические характеристики двигателя и нагрузки, их жёсткость. Определение параметров установившегося движения по механическим характеристикам.

Раздел 2. АЭП на базе электрических машин (ЭМ) постоянного тока

Тема 2.1. Конструкция и принцип действия ЭМ постоянного тока

Устройство ЭМ постоянного тока. Принцип действия генератора и двигателя постоянного тока, обратимость ЭМ. Коммутация в ЭМ постоянного тока, способы их возбуждения.

Тема 2.2. Статические характеристики двигателей постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ), их энергетические режимы работы

Схема включения ДПТНВ. Определение электромеханических и механических характеристик двигателя, построение их графиков. Анализ энергетических режимов ДПТНВ (двигательный и генераторный, включающий торможение противовключением, рекуперативное, динамическое).

Тема 2.3. Способы регулирования скорости ДПТНВ. Схемы включения и характеристики управляемых выпрямителей в системе «тиристорный преобразователь – двигатель» (ТП – Д).

Анализ работы ДПТНВ в переходных режимах, регулирование величины тока в якоре с помощью резисторов при пуске, торможении, реверсе.

Регулирование скорости ДПТНВ изменением напряжения на обмотке якоря, электромеханические и механические характеристики. Трёхфазный реверсивный управляемый выпрямитель с нулевым выводом. Мостовая схема трёхфазного реверсивного управляемого выпрямителя.

Регулирование скорости ДПТНВ изменением магнитного потока, электромеханические и механические характеристики.

Импульсное регулирование скорости ЭП с ДПТНВ, режим прерывистых токов.

Тема 2.4. Двигатели постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ).

Схема включения ДПТПВ, его особенности, область применения. Способы регулирования скорости, статические характеристики. Способы торможения.

Раздел 3. АЭП на базе электрических машин переменного тока

Тема 3.1. Асинхронные двигатели (АД) как исполнительные устройства АЭП переменного тока.

Конструкция и принцип действия трёхфазного АД с короткозамкнутым (кз) и фазным ротором. Электромеханические и механические характеристики трёхфазного АД с короткозамкнутым (кз) ротором, его энергетические режимы работы, способы регулирования скорости, способы торможения. Техническая реализация преобразователей частоты (ПЧ) в АЭП переменного тока.

Однофазные АД, схемы включения, механические характеристики.

Тема 3.2. Синхронные двигатели (СД).

Принцип действия и конструкция трёхфазного СД, его механическая характеристика. СД как компенсатор реактивной мощности. Управление синхронным двигателем (способы пуска, частотное регулирование скорости, динамическое торможение СД, особенности переходных процессов электроприводов с СД).

Шаговый двигатель (ШД), принцип работы и схемы коммутации обмоток. Конструкция ШД и точность позиционирования. Основные характеристики ШД и последовательность его выбора. Схемы управления приводами с ШД.

Конструкция и принцип работы вентильных электродвигателей, их характеристики.

Тема 3.3. Линейные двигатели переменного тока.

Конструкция линейных двигателей переменного тока.

Примеры линейных асинхронных и синхронных двигателей в совокупности с производственными механизмами.

Раздел 4. Выбор исполнительных двигателей АЭП.

Тема 4.1. Исходные данные и последовательность выбора исполнительных двигателей электроприводов.

Режимы работы двигателей в электроприводах. Исходные данные и порядок выбора серийных двигателей постоянного и переменного тока. Методы проверки электродвигателей по нагреву. Проверка на перегрузочную способность и достаточность пускового момента.

Тема 4.2. Выбор исполнительных двигателей и частотных преобразователей для типовых режимов работы в АЭП.

Выбор электродвигателей для режимов работы $S1$ - $S3$, $S5$. Выбор серийного преобразователя частоты по электрической совместимости с двигателем для режима $S5$.

Раздел 5. Принципы построения и настройки современных АЭП.

Тема 5.1. Принципы построения АЭП.

АЭП как часть технологического процесса. АЭП с общим суммирующим усилителем. АЭП с подчиненным управлением, настройка контуров на технический оптимум.

Тема 5.2. Методика настройки цифровых ПИД – регуляторов отечественных промышленных сервоприводов.

Определение сервопривода и особенности его конструкции. Алгоритм настройки параметров цифрового ПИД – регулятора в тестовом режиме.

Тема 5.3. Аналоговые и цифровые электроприводы в станкостроении.

Структура аналоговых и цифровых электроприводов в станкостроении. Цифровые интерфейсы.

Настройка электроприводов основных движений при векторном управлении. Оптимизация параметров контуров момента, скорости и положения. Тесты для устранения резонансных точек каждого привода. Настройка и проверка добротности приводов.

Требования к электроприводам главного движения и подач.

При реализации дисциплины (модуля) «Автоматизированный электропривод» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий, выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения контрольных (самостоятельных) работ по индивидуальным заданиям, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка при изучении дисциплины реализуется непосредственно в филиале.

6 Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

Для обеспечения реализации программы дисциплины «Автоматизированный электропривод» разработаны:

- учебное пособие по автоматизированным электроприводам с частотным управлением;
- учебное пособие по выбору исполнительных двигателей производственных механизмов;
- методические указания к лабораторным работам;
- индивидуальные задания к контрольным (самостоятельным) работам.

Методические материалы по дисциплине (модулю) и образовательной программе в целом представлены на официальном сайте образовательной организации: Веб-сайт филиала «Протвино» государственного университета «Дубна». – URL: http://uni-protvino.ru/enter_ump.html. Режим доступа ограниченный, по логину и паролю.

7 Фонды оценочных средств по дисциплине

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям образовательной программы по дисциплине разработаны фонды оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения (знания, умения, навыки) и сформированные (формируемые) компетенции.

Эти фонды включают теоретические вопросы, вопросы, решаемые на практических занятиях, выполнение и защиту лабораторных работ, выполнение контрольных работ, подготовку к экзамену и сдачу экзамена, критерии оценивания; иные оценочные материалы, используемые при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Фонды оценочных средств представлены в приложении к рабочей программе.

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются оценочными материалами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

8 Ресурсное обеспечение

8.1. Перечень литературы

Основная учебная литература

1. Дементьев, Ю.В. Электрический привод: учебное пособие для академического бакалавриата / Ю.Н. Дементьев, А.Ю. Чернышев, И.А. Чернышев. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 223. – Серия :Университеты России.- ISBN 978-5-9916-6279-6.
2. Дементьев, Ю. Н. Электрический привод : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 223 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01415-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489996> (дата обращения: 04.05.2022). – Режим доступа: по подписке.
3. Белов М.П. и др. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для вузов./ М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов.- М.: "Академия", 2004. - 576 с.: ил.
4. Москаленко В.В. Электрический привод: Учеб. пособие. - М.: ВШ., 2000. - 368 с.(4 экз.)+ 2 - е изд. стереотипное.- 2001 г.(13 экз.); + то же 2004г.(17 экз.)

Дополнительная учебная литература

1. Леонов, А.П. Выбор исполнительных двигателей для электрических приводов производственных механизмов : учебное пособие / А. П. Леонов. - Москва : Прометей, 2013. - 139с.: ил.
2. Евсиков А.А. Автоматизированный электропривод с частотным управлением : Учебное пособие / А.А. Евсиков, В.А. Коковин, А.П. Леонов; Рец. В.В. Селезнев. - Дубна : Государственный университет "Дубна", 2020. - 121с.: ил.
3. Евсиков А.А. Автоматизированный электропривод с частотным управлением : Учебное пособие / А.А. Евсиков, В.А. Коковин, А.П. Леонов; Рец. В.В. Селезнев. - Дубна : Государственный университет "Дубна", 2020. - 121с. : ил. - ISBN 978-5-89847-592-5 - Текст : электронный. // Веб-сайт филиала «Протвино» государственного университета «Дубна». – URL: http://uni-protvino.ru/enter_ump.html. Режим доступа ограниченный, по логину и паролю.
4. Евсиков А.А. Системы управления оборудованием в автоматизированном производстве: Учебное пособие / А.А. Евсиков, В.А. Коковин, А.П. Леонов. – Дубна: Государственный университет "Дубна", 2018. – 139 с.: ил. - ISBN 978-5-89847-538-3.
5. Евсиков А.А. Системы управления оборудованием в автоматизированном производстве: Учебное пособие / А.А. Евсиков, В.А. Коковин, А.П. Леонов. – Дубна: Государственный университет "Дубна", 2018. – 139 с.: ил. - ISBN 978-5-89847-538-3.– Текст: электронный // Веб-сайт филиала «Протвино» государственного университета «Дубна». – URL: http://uni-protvino.ru/enter_ump.html. Режим доступа ограниченный, по логину и паролю.
6. Системы автоматизированного управления электроприводами: Учебное пособие / Г.И. Гульков, Ю.Н. Петренко, Е.П. Раткевич, О.Л. Симоненко; Под общ. ред. Ю.Н. Петренко – 2-е изд., испр. и доп. – Минск: Новое знание, 2007. – 394 с.: ил.

Периодические издания

1. Силовая электроника / Учредитель: ООО «Медиа КиТ». – Санкт-Петербург. – Журнал выходит 6 раз в год. – Основан в 2004 году. – ISSN 2079-9322 . – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте «East View»: <https://dlib.eastview.com/browse/publication/87269/udb/12>.
2. Современные технологии автоматизации: профессиональный научно-технический журнал. / Учредитель: ООО «СТА-ПРЕСС»; гл. ред. Сорокин С.А. - М.: Издательство «СТА-ПРЕСС», - Журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1996 г. - ISSN 0206-975X. – Текст : непосредственный (подписка на печатное издание).

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы
Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znaniium.com»: <https://znaniium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://urait.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <https://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

Научные поисковые системы

1. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>

8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы

Проведение лекционных занятий предполагает использование комплектов слайдов и программных презентаций по рассматриваемым темам.

Проведение практических занятий по дисциплине предполагает использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих в определенном порядке доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Проведение лабораторных работ осуществляется в лаборатории автоматизации технологических процессов и производств с использованием специализированных стендов с доступом в локальную сеть филиала (образовательную среду), а также в определенном порядке с доступом к информационным ресурсам Интернета.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определенном порядке доступом к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением: «LabVIEW 7.0» (студенческая версия, лицензия № М62Х97164); программы Open office, свободная лицензия, код доступа не требуется.

В филиале «Протвино» государственного университета «Дубна» созданы условия для обучения людей с ограниченными возможностями: использование специальных образовательных программ и методов обучения, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающим обучающимся необходимую техническую помощь, обеспечение доступа в здания организации.

Имеется универсальное средство для подъема и перемещения инвалидных колясок – пандус-платформа складной.

Компьютерные классы оборудованы столами для инвалидов с ДЦП, также здесь оборудованы рабочие места для лиц с ОВЗ: установлены специальный программно-технологический комплекс позволяющий работать на них студентам с нарушением опорно-двигательного аппарата, слабовидящим и слабослышащим. Имеются гарнитуры компактные,

беспроводная клавиатура с большими кнопками, беспроводной компьютерный джостик с двумя выносными кнопками, беспроводной ресивер, беспроводная выносная большая кнопка, портативное устройство для чтения печатных материалов.

Специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, в том числе в формате печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы) имеются в ЭБС, на которые подписан филиал.

Наличие на сайте справочной информации о расписании учебных занятий в адаптированной форме доступной для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья, являющихся слепыми или слабовидящими.

8.3. Описание материально-технической базы

Проведение лабораторных работ осуществляется в лаборатории автоматизации технологических процессов и производств на следующих специализированных стендах:

- асинхронный электропривод, включающий электромашинный агрегат и моноблок системы управления;
- стенды для исследования двигателей и АЭП на базе модулей и систем завода мехатронных изделий (модулей линейных перемещений, интегрированных сервоприводов СПШ и комплектных сервоприводов СПС):
 - стенд на базе модуля линейного перемещения СТМ-2/1110/100000, серводвигателя СПС-80.007.033-ВО-ABZ-2048, сервоусилителя СПС25-12А-Е1, блока питания для сервопривода БП10-34.
 - стенд на базе модуля линейного перемещения МР-110/2000/000000, интегрированного сервопривода СПШ 20-34100/2000-Z. Стенд на базе модуля линейного перемещения АР-1/2000/010000., серводвигателя СПС-80.016.075-ВО-ABZ-2048, сервоусилителя СПС25-12А-Е1, редуктора червячного NMRV040; осциллографа ADS-2111MV; адаптер USB-6008.

Для проведения лекционных занятий используется аудитория с проектором и экраном.

Для проведения практических занятий используется компьютерный класс (15 ПК) с проектором и экраном (оборудование в собственности).

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются индивидуальными заданиями, по сети имеют доступ к электронным пособиям по адресу: atlas/material/кафедра АТПИП/, к «Электронной образовательной среде», а также в определённом порядке получают доступ к информационным ресурсам Интернета.

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья могут использовать специализированное программное и материально-техническое обеспечение:

- обучающиеся с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости могут использовать адаптивные технические средства: специально оборудованные джойстики, увеличенные выносные кнопки, клавиатуры с большими клавишами.
- обучающиеся с ограничениями по зрению могут прослушать доступный аудиоматериал или прочитать тексты, увеличив шрифт на экране монитора компьютера. Рекомендуется использовать экранную лупу и другие визуальные вспомогательные средства, чтобы изменить шрифт текста, межстрочный интервал, синхронизацию с речью и т.д., программы экранного доступа (скринридеры для прочтения текстовой информации через синтезированную речь) и/или включить функцию «экранного диктора» на персональном компьютере с операционной системой Windows 7, 8, 10.
- обучающиеся с ограничениями по слуху могут воспользоваться компьютерной аудиогарнитурой при прослушивании необходимой информации и портативной индукционной системой серии «ИСТОК».

При необходимости обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и инвалиды обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами (обра-

зовательная программа, учебные пособия и др.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Фонды оценочных средств

В результате освоения дисциплины «Автоматизированный электропривод» программы бакалавров по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» с учетом направленности бакалаврской программы – «Автоматизация технологических процессов и производств» выпускник должен обладать следующими компетенциями:

Компетенция **ПК-3** - Способен разрабатывать рабочий проект гибких производственных систем в машиностроении и осуществлять выбор программного обеспечения для системы управления гибкими производственными системами

код и формулировка компетенции

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, а также шкал оценивания

Компетенция ПК-3 - Способен разрабатывать рабочий проект гибких производственных систем в машиностроении и осуществлять выбор программного обеспечения для системы управления гибкими производственными системами

| ИНДИКАТОР ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ (код и наименование) | КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по практике ШКАЛА оценивания | | | | |
|---|--|---|---|--|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ПК-3.1. Выполняет разработку сборочных чертежей рабочего проекта гибких производственных систем | Отсутствие знания | Демонстрирует частичное знание принципов работы, технических характеристик модулей гибких производственных систем. Допускает множественные грубые ошибки. | Демонстрирует достаточно устойчивое знание принципов работы, технических характеристик модулей гибких производственных систем. Допускает достаточно серьезные ошибки. | Демонстрирует устойчивое знание принципов работы, технических характеристик модулей гибких производственных систем. Допускает отдельные негрубые ошибки. | Демонстрирует свободное и уверенное знание принципов работы, технических характеристик модулей гибких производственных систем. Не допускает ошибок. |
| | Отсутствие умения | Демонстрирует частичное умение оформлять пояснительную записку рабочего проекта гибких производственных систем. Допускает множественные грубые ошибки. | Демонстрирует достаточно устойчивое умение оформлять пояснительную записку рабочего проекта гибких производственных систем. Допускает достаточно серьезные ошибки. | Демонстрирует устойчивое умение оформлять пояснительную записку рабочего проекта гибких производственных систем. Допускает отдельные негрубые ошибки. | Демонстрирует свободное и уверенное умение оформлять пояснительную записку рабочего проекта гибких производственных систем. Не допускает ошибок. |

| | | | | | |
|--|---------------------|---|---|--|---|
| | Отсутствие владения | Демонстрирует частичное владение разработкой технических проектов с использованием средств автоматизации проектирования. Допускает множественные грубые ошибки. | Демонстрирует достаточно устойчивое владение разработкой технических проектов с использованием средств автоматизации проектирования. Допускает достаточно серьезные ошибки. | Демонстрирует устойчивое владение разработкой технических проектов с использованием средств автоматизации проектирования. Допускает отдельные негрубые ошибки. | Демонстрирует свободное и уверенное владение разработкой технических проектов с использованием средств автоматизации проектирования. Не допускает ошибок. |
|--|---------------------|---|---|--|---|

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Итоговой формой контроля в VII семестре является экзамен. На экзамене студент может набрать максимально **30** баллов.

В течение VII семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

| № | Вид работы | Сумма баллов |
|---|---|--------------|
| 1 | Посещение лекций и практических занятий | 26 |
| 2 | Выполнение и защита лабораторных работ | 30 |
| 3 | Выполнение контрольных работ | 14 |
| | Итого: | 70 |

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок экзамена

| Общая сумма баллов за семестр | Итоговая оценка |
|-------------------------------|---|
| 86-100 | Отлично |
| 71-85 | Хорошо |
| 51-70 | Допуск к экзамену |
| в том числе: 61-70 | Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно» |
| 51-60 | Только допуск к экзамену |
| 0-50 | Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену) |

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе проведения лекций, выполнения практических, лабораторных и самостоятельных работ в соответствии с приведенным ниже графиком.

График выполнения и защит лабораторных и самостоятельных работ студентами в
VII семестре
7 семестре

| Виды работ | Недели учебного процесса | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------------------|---|---|---|------|---|--------------|---|--------------|----|--------------|----|------|----|----|----|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| ЛР1-ЛР4 | | | | | ВЛР1 | | ЗЛР1 ВЛР2 | | ЗЛР2 ВЛР3 | | ЗЛР3 ВЛР4 | | ЗЛР4 | | | | |
| ПР-2.1 | | | | | | | | | В ПР- 2.1 | | З ПР- 2.1 | | | | | | |
| ПР-2.2 | | | | | | | | | | | В ПР- 2.2 | | | | | | З ПР- 2.2 |

(указываются: ВЛР на недели выполнения ЛР, ЗЛР на недели защиты ЛР, В ПР-2 на неделю выдачи задания на контрольную работу, З ПР-2 на неделю защиты контрольной работы)

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- в печатной форме,
- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

При необходимости обучающемуся инвалиду и лицу с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене. У обучающегося инвалида и лица с ОВЗ имеется возможность выбора формы контроля на практических занятиях, зачетах, экзаменах, подходящая конкретно для него.

Методические указания к практическим занятиям

Тематика практических занятий:

1. Механика электропривода. Формулы приведения. Уравнения движения АЭП. Механические характеристики двигателя и нагрузки. Жесткость механических характеристик.
2. Схемы включения и характеристики управляемых выпрямителей в системе «тиристорный преобразователь – двигатель» (ТП – Д).
3. Техническая реализация преобразователя частоты (ПЧ). ПЧ со звеном постоянного тока. Виды управляемых инверторов.
4. Конструкция линейных двигателей (ЛД). Примеры ЛД в совокупности с производственными механизмами.
5. Исходные данные и последовательность выбора исполнительных двигателей АЭП.
6. Проверка двигателя по нагреву. Выбор типа двигателя при продолжительном номинальном режиме работы S1 с постоянной и переменной нагрузками.
7. Выбор типа двигателя для повторно-кратковременного номинального режима работы S5 с частыми пусками и электрическим торможением.
Выбор преобразователя частоты (ПЧ) по электрической совместимости с двигателем.
Замечания по выбору и эксплуатации ПЧ.
8. Настройка цифровых АЭП, используемых в машиностроении.

Методическое обеспечение практических занятий по АЭП – «Конспект лекций по дисциплине «Автоматизированный электропривод», «Методические указания к практическим за-

нениям по дисциплине «Автоматизированный электропривод», размещенные на сервере филиала и доступные по сети по адресу: atlas/material/кафедра АТПИП/.

Леонов А.П. Выбор исполнительных двигателей для электрических приводов производственных механизмов: учебное пособие. – М.: Прометей, 2013. – 139 (1) с.: ил

Методическое обеспечение практических занятий по дисциплине «Автоматизированный электропривод»

Леонов, А.П. Выбор исполнительных двигателей для электрических приводов производственных механизмов: учебное пособие / А. П. Леонов. - Москва: Прометей, 2013. - 139с.: ил.

Евсиков А.А. Автоматизированный электропривод с частотным управлением: Учебное пособие / А.А. Евсиков, В.А. Коковин, А.П. Леонов; Рец. В.В. Селезнев. - Дубна: Государственный университет "Дубна", 2020. - 121с.: ил.

Евсиков А.А. Автоматизированный электропривод с частотным управлением: Учебное пособие / А.А. Евсиков, В.А. Коковин, А.П. Леонов; Рец. В.В. Селезнев. - Дубна: Государственный университет "Дубна", 2020. - 121с.: ил. - ISBN 978-5-89847-592-5. - Текст: электронный. // Веб-сайт филиала «Протвино» государственного университета «Дубна». – URL: http://uni-protvino.ru/enter_ump.html. Режим доступа ограниченный, по логину и паролю.

Методические указания к лабораторным работам

Тематика лабораторных работ:

1. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (4 часа).
2. Исследование замкнутой системы «преобразователь частоты – трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором» (4 часа).
3. Изучение конструкции промышленных интегрированных сервоприводов СПС25 и СПШ20 и структуры управления ими (5 часов).
4. Настройка контура скорости промышленного сервопривода. Определение показателей качества управления (4 часа).

Методическое обеспечение лабораторных работ по дисциплине «Автоматизированный электропривод»

1. Евсиков А.А. Автоматизированный электропривод с частотным управлением: Учебное пособие / А.А. Евсиков, В.А. Коковин, А.П. Леонов; Рец. В.В. Селезнев. - Дубна: Государственный университет "Дубна", 2020. - 121с.: ил.
2. Евсиков А.А. Автоматизированный электропривод с частотным управлением: Учебное пособие / А.А. Евсиков, В.А. Коковин, А.П. Леонов; Рец. В.В. Селезнев. - Дубна: Государственный университет "Дубна", 2020. - 121с.: ил. – Текст: электронный. // Веб-сайт филиала «Протвино» государственного университета «Дубна». – URL: http://uni-protvino.ru/enter_ump.html. Режим доступа ограниченный, по логину и паролю.
3. Евсиков А.А. Лабораторный практикум по дисциплине «Автоматизированный электропривод» / А.А. Евсиков, В.А. Коковин, П.Н. Кривцов, А. П. Леонов. — Протвино, 2022. — Текст: электронный. // Веб-сайт филиала «Протвино» государственного университета «Дубна». – URL: http://uni-protvino.ru/enter_ump.html. Режим доступа ограниченный, по логину и паролю.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся и прочее

Тематика самостоятельных работ

1. Контрольная работа ПР-2.1 «Выбор исполнительного двигателя для привода главного движения токарного станка с ЧПУ» (индивидуальные задания) – 5 часов.

2. Контрольная работа ПР-2.2 «Выбор типа двигателя для повторно-кратковременного номинального режима работы с частыми пусками и электрическим торможением S5» (индивидуальные задания) – 8 часов.

Задание на контрольную работу ПР-2.1

«Выбор исполнительного двигателя для привода главного движения токарного станка с ЧПУ»

Выбрать электрический двигатель серий 5А, АИР, МИ для привода главного движения токарного станка с ЧПУ, работающего в режиме S1 с переменной нагрузкой. Пуск двигателя выполняется без нагрузки. Нагрузочная диаграмма двигателя для режима резания приведена на рис. 1. Численные значения параметров заданы в таблице 1, где номер варианта соответствует порядковому номеру фамилии студента в журнале группы.

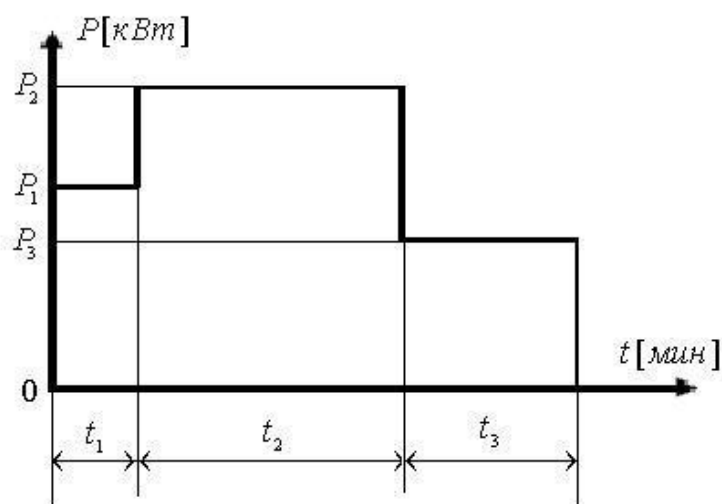


Рис. 1.1 Нагрузочная диаграмма двигателя

Таблица 1

| № варианта | P_1 кВт | P_2 кВт | P_3 кВт | t_1 мин | t_2 мин | t_3 мин | n об/мин | Тип двигателя |
|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|
| 1 | 6.0 | 12 | 6.7 | 9 | 3 | 7 | 2900 ± 50 | АД |
| 2 | 1.1 | 2.0 | 0.8 | 11 | 5 | 15 | 2500 ± 50 | ДПТНВ |
| 3 | 3.3 | 6.0 | 4.8 | 7 | 2.5 | 7 | 950 ± 50 | АД |
| 4 | 15.1 | 23.0 | 16.4 | 10 | 5 | 5 | 1460 ± 20 | АД |
| 5 | 2.2 | 3.1 | 1.8 | 10 | 8 | 16 | 2500 ± 50 | ДПТНВ |
| 6 | 7.5 | 12.0 | 8.4 | 12 | 4 | 7 | 2900 ± 50 | АД |
| 7 | 3.5 | 12.0 | 5.0 | 7 | 2.5 | 7 | 950 ± 30 | АД |
| 8 | 18.8 | 32.0 | 21.8 | 7 | 3 | 4 | 1450 ± 50 | АД |
| 9 | 13.4 | 19.0 | 13.8 | 14 | 6 | 13 | 950 ± 50 | АД |
| 10 | 7.0 | 14 | 5.8 | 11 | 7 | 15 | 1450 ± 30 | АД |
| 11 | 17.2 | 24.0 | 16.0 | 9 | 3 | 11 | 2900 ± 50 | АД |
| 12 | 4.2 | 7.1 | 5.2 | 6 | 2 | 7 | 1460 ± 20 | АД |
| 13 | 2.1 | 3.2 | 1.7 | 9 | 9 | 17 | 2500 ± 50 | ДПТНВ |
| 14 | 11.3 | 17.5 | 12.4 | 11 | 4.5 | 6 | 1450 ± 30 | АД |
| 15 | 16 | 25 | 17.8 | 10.5 | 5 | 8.5 | 1460 ± 20 | АД |

Задание на контрольную работу ПР-2.2

«Выбор типа двигателя для повторно-кратковременного номинального режима работы с частыми пусками и электрическим торможением S5»

Выбрать электрический двигатель для повторно-кратковременного режима работы серии МТКН, работающий в режиме S5 с постоянной нагрузкой, и преобразователь частоты ПЧ модели ES024-04. Нагрузочная диаграмма двигателя приведена на рис. 1. Численные

значения параметров заданы в таблице 1, где номер варианта соответствует порядковому номеру фамилии студента в журнале группы.

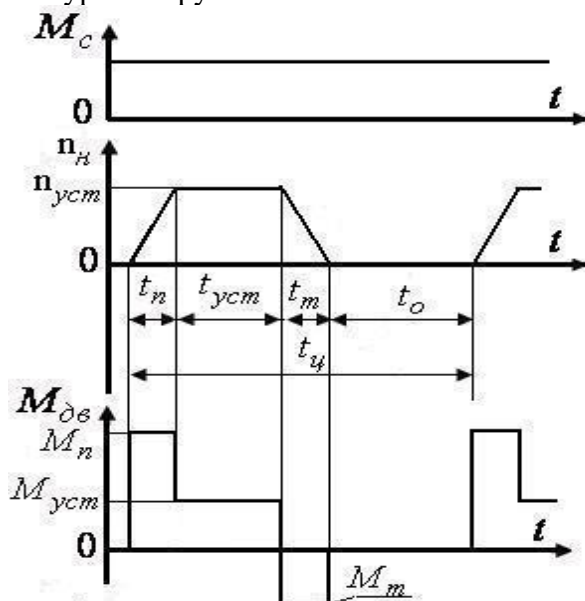


Рис. 1 Нагрузочная диаграмма двигателя

(M_c - приведенный момент сопротивления, n_n - приведенная частота вращения нагрузки, $n_{уст}$ - частота вращения в установившемся режиме, t_n - время пуска, $t_{уст}$ - время установившегося движения, t_m - время электрического торможения, t_0 - время паузы, $t_ц$ - время цикла, M_n - пусковой момент двигателя, $M_{уст}$ - момент двигателя в установившемся режиме, M_m - момент двигателя при торможении)

Таблица 1

| № варианта | M_c Нм | $n_{уст}$ об/мин | t_n с | $t_{уст}$ с | t_r с | t_0 с | Момент инерции нагрузки J_n , кг*м ² | $h_{дон}$ при $F \leq 5$ * |
|------------|-------------|---------------------|------------|----------------|------------|------------|--|-------------------------------|
| 1 | 14 | 900 ± 30 | 0.5 | 6.5 | 0.7 | 17.3 | 0.06 | 240 |
| 2 | 110 | 900 ± 20 | 1.8 | 15 | 1.5 | 35.7 | 1.1 | 180 |
| 3 | 220 | 930 ± 30 | 2.4 | 18 | 2.2 | 46 | 2.0 | 180 |
| 4 | 50 | 900 ± 20 | 0.7 | 10 | 0.7 | 23.6 | 0.2 | 240 |
| 5 | 370 | 700 ± 20 | 2.7 | 14.7 | 2.6 | 30 | 5.0 | 120 |
| 6 | 35 | 850 ± 20 | 0.8 | 8 | 0.7 | 15.5 | 0.14 | 180 |
| 7 | 550 | 930 ± 30 | 3.8 | 17.6 | 3.6 | 49 | 4.0 | 120 |
| 8 | 75 | 900 ± 30 | 1.2 | 14 | 1.4 | 30.4 | 0.3 | 180 |
| 9 | 300 | 950 ± 30 | 2.8 | 18.5 | 2.7 | 54 | 2.5 | 120 |
| 10 | 150 | 900 ± 30 | 2.2 | 15 | 1.8 | 37 | 1.45 | 180 |
| 11 | 22 | 900 ± 20 | 0.7 | 7.7 | 0.6 | 17 | 0.08 | 240 |
| 12 | 15 | 900 ± 30 | 0.5 | 6.8 | 0.6 | 16.8 | 0.05 | 240 |
| 13 | 120 | 900 ± 20 | 1.9 | 14 | 1.7 | 36 | 1.0 | 180 |
| 14 | 210 | 930 ± 30 | 2.3 | 19 | 2.3 | 45 | 2.1 | 180 |
| 15 | 48 | 900 ± 20 | 0.6 | 11 | 0.8 | 24 | 0.19 | 240 |
| 16 | 360 | 700 ± 20 | 2.8 | 15 | 2.5 | 32 | 4.8 | 120 |
| 17 | 36 | 850 ± 20 | 0.9 | 7.8 | 0.7 | 15.8 | 0.15 | 180 |
| 18 | 540 | 930 ± 30 | 3.9 | 17.5 | 3.5 | 50 | 4.2 | 120 |
| 19 | 80 | 900 ± 30 | 1.3 | 15 | 1.5 | 31 | 0.28 | 180 |
| 20 | 290 | 950 ± 30 | 2.7 | 18.7 | 2.7 | 55 | 2.4 | 120 |

$$* F = \frac{J_n + J_{дв}}{J_{дв}}$$

Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий

Разбор различных моделей представления знаний, задач моделирования интеллектуальной деятельности.

Инновационные формы проведения учебных занятий

| Семестр | Вид учебных занятий | Используемые инновационные формы проведения учебных занятий | Количество академ. часов |
|---------|----------------------|---|--------------------------|
| VII | Лекционные занятия | Разбор конкретных ситуаций при проектировании и эксплуатации автоматизированных электроприводов | 7,0 |
| VII | Практические занятия | Разбор конкретных ситуаций при проектировании и эксплуатации трехфазных управляемых выпрямителей и преобразователей частоты | 3,5 |
| VII | Лабораторные занятия | Анализ работы автоматизированного электропривода при подчиненном управлении | 3,5 |
| Всего: | | | 14,0 |

Перечень обязательных видов учебной работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы и выполнение заданий на практических занятиях;
- выполнение контрольных работ;
- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- подготовка к сдаче экзамена;
- сдача экзамена.

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением балльно-рейтинговой системе оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

Адаптированная рабочая программа учебной дисциплины (модуля) разработана в отношении разнонозологической учебной группы обучающихся, имеющих документально подтвержденные нарушения слуха, зрения, опорно-двигательного аппарата, соматические заболевания и поддающиеся коррекции нервно-психические нарушения или сочетанные нарушения.

Список вопросов к экзамену

1. Определение автоматизированного электропривода. Блок – схема и типы электроприводов.
2. Механика движения электропривода (ЭП). Уравнения движения ЭП. Определение приведенных к валу двигателя моментов инерции и сопротивления, скорости и ускорения.
3. Механические характеристики двигателя и механические характеристики исполнительного органа. Жесткость механических характеристик. Определение параметров установившегося движения.
4. Принцип действия генератора постоянного тока и двигателя постоянного тока. Устройство электрической машины постоянного тока.

5. Способы возбуждения электрических машин постоянного тока. ЭДС вращения обмотки якоря. Основные уравнения двигателя постоянного тока.
6. Схема включения и статические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ). Способы регулирования скорости ДПТНВ.
7. Энергетические режимы работы двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ).
8. Регулирование тока и момента двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ) при пуске, торможении и реверсе. Расчет величин добавочных резисторов.
9. Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ) изменением напряжения якоря. Система «Тиристорный преобразователь – двигатель» с однофазным двухполупериодным нереверсивным тиристорным выпрямителем, собранным по нулевой схеме. Принцип работы выпрямителя. Механические характеристики системы.
10. Система «Тиристорный преобразователь – двигатель» с трехфазным тиристорным преобразователем с нулевым выводом. Принцип работы. Механические характеристики электропривода с двигателем постоянного тока с независимым возбуждением.
11. Регулирование скорости двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТНВ) изменением магнитного потока.
12. Двигатели постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ). Схема включения, статические характеристики и режимы работы. Торможение ДПТПВ.
13. Устройство трехфазного асинхронного двигателя. Принцип действия.
14. П-образная схема замещения трехфазного асинхронного двигателя. Электромеханическая и механическая характеристики трехфазного асинхронного двигателя. Способы регулирования скорости.
15. Регулирование скорости электропривода изменением напряжения на статоре трехфазного асинхронного двигателя в системе «Тиристорный преобразователь – двигатель».
16. Регулирование скорости электропривода с трехфазным асинхронным двигателем изменением частоты питающего напряжения. Механические характеристики.
17. Схема статического преобразователя частоты (ПЧ) со звеном постоянного тока для регулирования скорости электропривода с трехфазным асинхронным двигателем.
18. Регулирование скорости электропривода с трехфазным асинхронным двигателем изменением числа пар полюсов. Схема переключения статорной обмотки «Треугольник – двойная звезда».
19. Регулирование скорости электропривода с трехфазным асинхронным двигателем изменением числа пар полюсов. Схема переключения статорной обмотки «Звезда – двойная звезда».
20. Торможение асинхронного двигателя противовключением, рекуперативное и динамическое торможение.
21. Электропривод с однофазным асинхронным двигателем (АД). Включение 3-х фазного АД в однофазную сеть.
22. Принцип действия трехфазных синхронных двигателей. Механические характеристики. Способы пуска синхронного двигателя (без подробного рассмотрения).
23. Регулирование скорости и торможение синхронного двигателя.
24. Принцип действия шагового двигателя. Симметричная и несимметричная коммутация. Частота приемистости. Дробление шага.
25. Основные характеристики и порядок выбора ШД.
26. Виды управляемых инверторов. Выводы о достоинствах частотного управления.
27. Исходные параметры для выбора двигателя электропривода.
28. Последовательность выбора двигателя электропривода.
29. Проверка предварительно выбранного ДПТ НВ на перегрузочную способность.

30. Проверка предварительно выбранных 3-х фазных АД с кз ротором и СД на перегрузочную способность и достаточность пускового момента.
31. Проверка двигателя по нагреву методом средних потерь и методом эквивалентных величин.
32. Выбор двигателя электропривода для режима S1 при постоянном моменте сопротивления и постоянной установившейся скорости.
33. Порядок выбора двигателя для режима S2: а) двигателя, предназначенного для продолжительного режима работы; б) двигателя, предназначенного для режима S2.
34. Порядок выбора двигателя для режима S3.
35. Порядок выбора двигателя для режима S5.
36. Выбор преобразователя частоты по электрической совместимости с двигателем.
37. Выбор способа регулирования скорости двигателя в зависимости от типа нагрузки.
38. Электропривод (ЭП) с общим суммирующим усилителем. Замкнутая схема ЭП с двигателем постоянного тока и обратными связями по току и скорости.
39. Блок-схема электропривода с подчиненным регулированием. П и ПИ – регуляторы, их передаточные функции, выражения для расчета коэффициентов усиления и постоянных времени. Достоинства систем подчиненного регулирования.
40. Настройка контура в системе подчиненного регулирования на технический оптимум. Оптимальные соотношения коэффициентов в характеристическом уравнении.
41. Последовательность настройки цифрового ПИД-регулятора промышленного сервопривода.
42. Аналоговые электроприводы с подчиненным регулированием, применяемые в станкостроении.
43. Цифровые электроприводы с подчиненным регулированием, применяемые в станкостроении.
44. Настройка цифровых приводов. Оптимизация переходных процессов. Устранение резонансных точек, настройка добротности приводов.

Содержание экзаменационного билета

1 вопрос – теоретический вопрос (знать + уметь + владеть)

2 вопрос – практический вопрос (знать + уметь + владеть)

Примеры экзаменационных билетов

Билет №1.

1. П-образная схема замещения трехфазного асинхронного двигателя. Электромеханическая и механическая характеристики трехфазного асинхронного двигателя. Способы регулирования скорости.
2. Порядок выбора двигателя для режима S5.

Билет №2.

1. Настройка контура в системе подчиненного регулирования на технический оптимум. Оптимальные соотношения коэффициентов в характеристическом уравнении.
2. Схема статического преобразователя частоты (ПЧ) со звеном постоянного тока для регулирования скорости электропривода с трехфазным асинхронным двигателем.