

Государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Филиал «Протвино»
Кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Автоматизированный электропривод

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки (специальность)

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

код и наименование направления подготовки (специальности)

Уровень высшего образования

бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) программы (специализация)

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Форма обучения

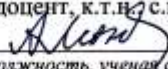
очная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2020

Преподаватель (преподаватели):

Леонов А.П., доцент, к.т.н., с.н.с., кафедра автоматизации технологических процессов и производств


Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись

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

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры автоматизации технологических процессов и производств

Протокол заседания № 6 от «25» июня 2020 г.

Заведующий кафедрой


(Фамилия И.О., подпись)

Маков П.В.

Оглавление

| | |
|--|----|
| 1 Цели и задачи освоения дисциплины | 4 |
| 2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины | 4 |
| 3 Место дисциплины в структуре ОПОП..... | 4 |
| 4 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)..... | 5 |
| 5 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся | 5 |
| 6 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий | 6 |
| 7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины | 8 |
| 8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения | 9 |
| 9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине | 9 |
| 10 Ресурсное обеспечение | 17 |
| 11 Язык преподавания..... | 19 |

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Автоматизированный электропривод» является подготовка будущего бакалавра к участию во всех фазах исследования, проектирования, разработки, изготовления и эксплуатации автоматизированного электропривода (АЭП) как средства автоматизации технологических процессов и производств.

Задачи изучения дисциплины охватывают теоретические и практические компоненты деятельности подготавливаемого бакалавра. 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.

2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программы бакалавриата, 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 автоматизации, управления, контроля, диагностирования, испытаний основного и вспомогательного производств, их математическое, программное, информационное и техническое обеспечение, а также методы, способы и средства их проектирования, изготовления, отладки, производственных испытаний, эксплуатации и научного исследования в различных отраслях национального хозяйства.

3 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ОД.17 «Автоматизированный электропривод» входит в состав обязательных дисциплин вариативной части блока дисциплин учебного плана. Изучается в VII семестре IV курса.

Приступая к изучению дисциплины, студенты должны иметь твердые знания по дисциплинам: «Физика», «Электротехника и электроника», «Цифровая электроника», «Теоретическая механика», «Технические измерения и приборы», «Технические средства автоматизации», «Теория автоматического управления». Входящие компетенции, сфор-

мированные в результате изучения вышеперечисленных дисциплин: ОК-3, ОК-4, ОК-5, ОК-7, ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ПК-18, ПК-19, ПК-20, ПК-21, ПК-22.

После освоения дисциплины «Автоматизированный электропривод» студент будет подготовлен к изучению дисциплин «Средства автоматизации и управления», «Диагностика и надежность автоматизированных систем», «Проектирование автоматизированных систем», «Управление в автоматизированном производстве», к выполнению выпускной квалификационной работы и последующей деятельности на предприятиях по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств».

4 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

| .Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения) (последний – при наличии в карте компетенции) | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций |
|--|--|
| <p><i>ПК-20 – способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций. I уровень (пороговый)</i></p> | <p><i>Знать)</i> <i>З2*)</i> конструктивные особенности и назначение АЭП, используемых в системах автоматизации технологических процессов и производств, правила их эксплуатации. <i>Уметь)</i> <i>У1)</i> разрабатывать методики выполнения измерений, испытаний и контроля в системах автоматизации технологических процессов и производств, выполненных с использованием АЭП. <i>У2*)</i> составлять обзоры, собирать отзывы, оформлять отчеты и необходимые материалы для заключения договоров со специализированными организациями. <i>Владеть)</i> <i>В1)</i> навыками настройки, регулировки, обслуживания технических средств и систем управления. <i>В2*)</i> навыками сбора и анализа исходных данных для проектирования технических средств систем механизации и автоматизации производств; разработкой инструкций по эксплуатации и ремонту оборудования, безопасному ведению работ при обслуживании средств автоматизации и механизации под руководством специалиста высшего квалификационного уровня.</p> |

*) результат обучения сформулирован на основании требований профессионального стандарта «Специалист по автоматизации и механизации технологических процессов механосборочного производства» № 550 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 8 сентября 2015 г. № 606н)

5 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единицы, всего 144 часа, из которых:

68 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем:

34 часа – лекционные занятия;

17 часов – практические занятия;

17 часов – лабораторные работы.

27 часов – мероприятия промежуточной аттестации (экзамен).

49 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

6 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

| Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля) Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) | Всего (часы) | В том числе: | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|---|---------------------|----------------------|----------------------|-----|------------------------|-----------------------------|---|---|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них ¹ | | | | | | | | Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них | | |
| | | Лекционные занятия | Семинарские занятия | Практические занятия | Лабораторные занятия | ... | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)* | Всего | Выполнение домашних заданий | Подготовка рефератов и т.п. |
| VII семестр | | | | | | | | | | | | |
| Введение в автоматизированный электропривод (АЭП). | 4 | 2 | | 2 | | | | | 4 | | | |
| АЭП на базе электрических машин постоянного тока. | 39 | 8 | | 4 | 9 | | | | 21 | 18 | | 18 |
| АЭП на базе электрических машин переменного тока. | 59 | 16 | | 8 | 4 | | | | 28 | 31 | | 31 |
| Принципы построения и настройки современных АЭП. | 15 | 8 | | 3 | 4 | | | | 15 | | | |
| Промежуточная аттестация <u>экзамен</u> (указывается форма проведения)** | 27² | X | | | | | | | | X | | |
| Итого | 144 | 34 | | 17 | 17 | | | | 68 | 49 | | 49 |

*Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

** Промежуточная аттестация может проходить как в традиционных формах (зачет, экзамен), так и в иных формах: балльно-рейтинговая система, защита портфолио, комплексный экзамен, включающий выполнение практических заданий (возможно наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины (модуля)).

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

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

7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Тематика практических занятий

1. Механика электропривода. Формулы приведения. Уравнения движения АЭП. Механические характеристики двигателя и нагрузки.
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. Исходные данные и последовательность выбора исполнительных двигателей АЭП.
5. Проверка двигателя по нагреву. Выбор типа двигателя при продолжительном номинальном режиме работы $S1$ с постоянной и переменной нагрузками.
6. Выбор типа двигателя для повторно-кратковременного номинального режима работы $S5$ с частыми пусками и электрическим торможением.
7. Выбор 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 занятиям 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

Тематика лабораторных работ

1. Сравнение механических характеристик ДПТНВ в разомкнутом и замкнутом АЭП при управлении скоростью вращения объекта.
2. Исследование режимов пуска, реверса и торможения ДПТНВ.
3. Исследование тиристорного преобразователя и его схемы управления.
4. Исследование режимов пуска, реверса и торможения 3-х фазного АД с короткозамкнутым ротором.
5. Исследование АЭП с подчиненным регулированием.

Методическое обеспечение лабораторных работ по АЭП – Леонов А.П. Лабораторные работы по дисциплине «Автоматизированный электропривод»: методическое пособие/Электронная информационно – образовательная среда. – www.uni-protvino.ru/umm-enter.html

Тематика самостоятельных работ

1. Контрольная работа (ПР-2.1) «Выбор исполнительного двигателя для привода главного движения токарного станка с ЧПУ, работающего в режиме $S1$ с переменной нагрузкой» (*индивидуальное задание для каждого студента*).
Трудоемкость – 18 часов. Раздел дисциплины – «АЭП на базе электрических машин переменного тока» или «АЭП на базе электрических машин постоянного тока».
2. Контрольная работа (ПР-2.2) «Выбор типа двигателя и преобразователя частоты для повторно-кратковременного номинального режима работы $S5$ с частыми пусками и электрическим торможением» (*индивидуальное задание для каждого студента*).
Трудоемкость – 31 час. Раздел дисциплины – «АЭП на базе электрических машин переменного тока» или «АЭП на базе электрических машин постоянного тока».

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

8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

Перечень обязательных видов учебной работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение практических задач и заданий на практических занятиях;
- допуск к лабораторным работам;
- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- выполнение контрольных работ;
- подготовка к экзамену;
- сдача экзамена;
- участие в студенческой научно-практической конференции.

Инновационные формы проведения учебных занятий

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Автоматизированный электропривод» предусмотрены 11 часов инновационных форм проведения аудиторных занятий (таблица 1)

Таблица 1

| Семестр | Вид занятия | Используемые образовательные технологии | Количество часов |
|---------|---------------------|---|------------------|
| 7 | Лекции | Разбор конкретных ситуаций, возникающих при промышленном использовании АЭП. | 3 |
| 7 | Лабораторные работы | Практические тренинги: «Построение механических характеристик АЭП и расчет их жесткости», «Реализация подчиненного управления в АЭП», «Настройка контуров регулирования при подчиненном управлении» | 8 |

9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки.

В 7 семестре (**сдача экзамена**) максимальное количество баллов, которые студент может набрать – 100, в том числе:

1) В течение семестра студент может набрать не более 70 баллов:

- 26 баллов за посещение занятий, по 1 баллу за посещение лекции или практического занятия (Лекции — 17, ПЗ — 9);
- 30 баллов за защиту 4 лабораторных работ (по 7 баллов за защиту каждой из ЛР1, ЛР3, ЛР4, 9 баллов за защиту ЛР2) в соответствии с графиком, приведенным в таблице 2;
- 6 баллов за выполнение ПР-2.1 в соответствии с графиком, приведенным в таблице 2;
- 8 баллов за выполнение ПР-2.2 в соответствии с графиком, приведенным в таблице 2;

2) 30 баллов студент может набрать на экзамене.

Таблица 2

График выполнения и защит лабораторных и самостоятельных работ студентами в
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-ЛР5 | | | | | ВЛР1 | | ЗЛР1 ВЛР2 | | ЗЛР2 ВЛР3 | | ЗЛР3 ВЛР4 | | ЗЛР4 | | | | |
| ПР-2.1 | | | | | | | | | В ПР- 2.1 | | 3 ПР- 2.1 | | | | | | |
| ПР-2.2 | | | | | | | | | | | В ПР- 2.2 | | | | | | 3 ПР- 2.2 |

(указываются: ВЛР на недели выполнения ЛР, ЗЛР на недели защиты ЛР, В ПР-2 на неделю выдачи задания на контрольную работу, 3 ПР-2 на неделю защиты контрольной работы)

По результатам работы в семестре (Таблица 3) студент может получить автоматическую оценку «удовлетворительно» и может экзамен не сдавать. При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (51 балл) в течение семестра, то он не допускается к экзамену.

Студент по результатам работы в семестре «зарабатывает» часть оценки, которую может повысить на экзамене.

Таблица 3

| 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) |

*Чтобы получить допуск к экзамену, необходимо сдать контрольные работы и по усмотрению преподавателя выполнить часть заданий, которые рассматривались на пропущенных студентом занятиях.

Перечень компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины «Автоматизированный электропривод»

(Полная карта компетенций приведена в документе «Матрица формирования компетенций» по направлению бакалавриата 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств»)

ПК-20 – способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов, составлять описания выполненных исследований и подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.

Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

| РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *) | Уровень освоения компетенции **) | КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания (критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется) | | | | | ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ |
|---|----------------------------------|--|---|---|---|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| (ПК-20) 32* Знать: конструктивные особенности и назначение АЭП, используемых в системах автоматизации технологических процессов и производств (АТПиП), правила их эксплуатации. | I - поро- говый | Отсутствие знаний | Не знает конструктивные особенности и назначение АЭП, используемых в системах АТПиП, правила их эксплуатации. | Удовлетворительно знает конструктивные особенности и назначение АЭП, используемых в системах АТПиП, правила их эксплуатации | Хорошо знает конструктивные особенности и назначение АЭП, используемых в системах АТПиП, правила их эксплуатации. Допускает отдельные негрубые ошибки | Хорошо знает конструктивные особенности и назначение АЭП, используемых в системах АТПиП, правила их эксплуатации. Не допускает ошибок | Экзамен, защита лабораторных работ, выполнение ПР-2.1 и ПР-2.2, устное собеседование на практических занятиях |
| (ПК-20) У1 Уметь: разрабатывать методики выполнения измерений, испытаний и контроля в системах автоматизации технологических процессов и производств (АТПиП), выполненных с использованием АЭП | I - поро- говый | Отсутствие умений | Демонстрирует частичное умение разрабатывать методики выполнения измерений, испытаний и контроля в системах АТПиП, выполненных с использованием АЭП. Допускает множественные грубые ошибки. | Демонстрирует удовлетворительное умение разрабатывать методики выполнения измерений, испытаний и контроля в системах АТПиП, выполненных с использованием АЭП, но допускает достаточно серьезные ошибки. | Демонстрирует достаточно устойчивое умение разрабатывать методики выполнения измерений, испытаний и контроля в системах АТПиП, выполненных с использованием АЭП, но допускает отдельные негрубые ошибки | Демонстрирует устойчивое умение разрабатывать методики выполнения измерений, испытаний и контроля в системах АТПиП, выполненных с использованием АЭП, не допускает ошибок. | Экзамен, защита лабораторных работ, выполнение ПР-2.1 и ПР-2.2, устное собеседование на практических занятиях, |
| (ПК-20) У2* Уметь: составлять обзоры, собирать отзывы, оформлять отчеты и необходимые материалы для заключения договоров со | I - поро- говый | Отсутствие умений | Демонстрирует частичное умение составлять обзоры, собирать отзывы, оформлять отчеты и необходимые материалы | Демонстрирует частичное умение составлять обзоры, собирать отзывы, оформлять отчеты и | Демонстрирует достаточно устойчивое умение составлять обзоры, собирать отзывы, оформлять отчеты и необходимые | Демонстрирует устойчивое умение составлять обзоры, собирать отзывы, оформлять отчеты и необходимые материалы | Защита лабораторных работ, выполнение ПР-2.1 и ПР-2.2 |

| | | | | | | | |
|--|------------------|---------------------|---|---|--|---|---|
| специализированными организациями | | | для заключения договоров со специализированными организациями. Допускает множественные грубые ошибки. | необходимые материалы для заключения договоров со специализированными организациями. Допускает грубые ошибки. | материалы для заключения договоров со специализированными организациями. Допускает отдельные негрубые ошибки. | для заключения договоров со специализированными организациями. Не допускает ошибок. | |
| (ПК-20) В1 Владеть: навыками наладки, настройки, регулировки, обслуживания технических средств и систем управления. | I - пороговый | Отсутствие владения | Демонстрирует низкий уровень владения навыками наладки, настройки, регулировки, обслуживания технических средств и систем управления. Допускает множественные грубые ошибки. | Демонстрирует удовлетворительный уровень владения навыками наладки, настройки, регулировки, обслуживания технических средств и систем управления. Допускает достаточно серьезные ошибки. | Демонстрирует хороший уровень владения навыками наладки, настройки, регулировки, обслуживания технических средств и систем управления. Допускает отдельные негрубые ошибки. | Демонстрирует высокий уровень владения навыками наладки, настройки, регулировки, обслуживания технических средств и систем управления. Не допускает ошибок. | Экзамен, защита лабораторных работ, собеседование на практических занятиях, |
| (ПК-20) В2* Владеть: навыками сбора и анализа исходных данных для проектирования АЭП систем механизации и автоматизации производств, навыками разработки инструкций по эксплуатации под руководством специалиста высшего квалификационного уровня. | I - пороговый | Отсутствие владения | Демонстрирует низкий уровень владения сбором и анализом исходных данных для проектирования технических средств систем механизации и автоматизации производств; разработка инструкций по эксплуатации и ремонту оборудования, безопасному ведению работ при обслуживании средств автоматизации и механизации | Демонстрирует удовлетворительный уровень владения сбором и анализом исходных данных для проектирования технических средств систем механизации и автоматизации производств; разработка инструкций по эксплуатации и ремонту оборудования, безопасному ведению работ при обслуживании средств автоматизации и механизации | Демонстрирует хороший уровень владения сбором и анализом исходных данных для проектирования технических средств систем механизации и автоматизации производств; разработка инструкций по эксплуатации и ремонту оборудования, безопасному ведению работ при обслуживании средств автоматизации и механизации | Демонстрирует высокий уровень владения сбором и анализом исходных данных для проектирования технических средств систем механизации и автоматизации производств; разработкой инструкций по эксплуатации и ремонту оборудования, безопасному ведению работ при обслуживании средств автоматизации и механизации | Экзамен, защита лабораторных работ, выполнение ПР-2.1 и ПР-2.2, собеседование на практических занятиях, |

| | | | | | | | |
|--|--|--|---|--|---|---|--|
| | | | под руководством специалиста высшего квалификационного уровня. Допускает множественные грубые ошибки. | работ при обслуживании средств автоматизации и механизации под руководством специалиста высшего квалификационного уровня. Допускает достаточно серьезные ошибки. | под руководством специалиста высшего квалификационного уровня. Допускает отдельные негрубые ошибки. | механизации под руководством специалиста высшего квалификационного уровня. Не допускает ошибок. | |
|--|--|--|---|--|---|---|--|

Задания на контрольные работы ПР-2.1 и ПР-2, вопросы к экзамену, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции

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.

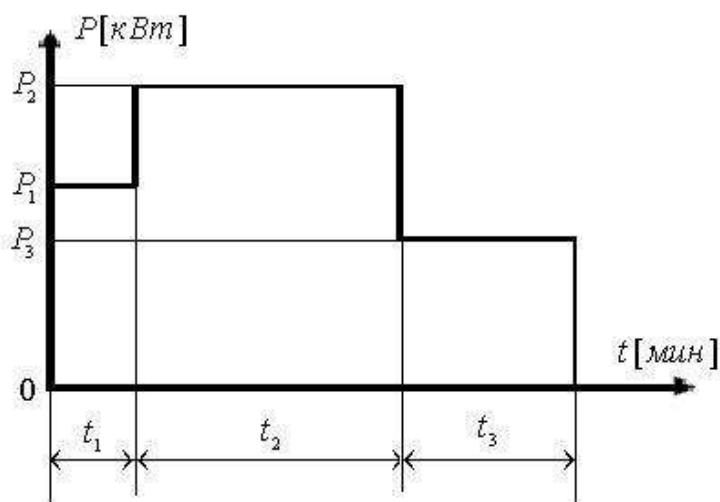


Рис. 1.1 Нагрузочная диаграмма двигателя

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.

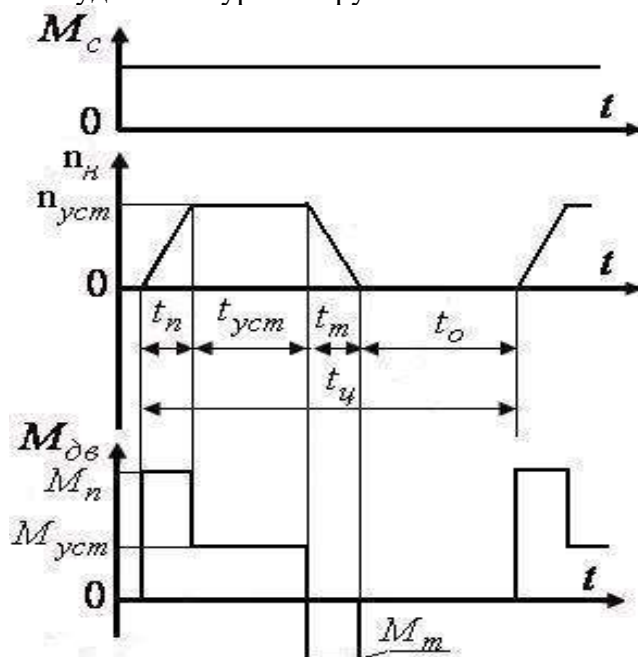


Рис. 1 Нагрузочная диаграмма двигателя

(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 |

$$* F = \frac{J_n + J_{\partial\sigma}}{J_{\partial\sigma}}$$

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 (ДПТТВ). Схема включения, статические характеристики и режимы работы. Торможение ДПТТВ.
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. Статические преобразователи 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. Определение допустимой частоты включений двигателей в режимах S4 и S5.
37. Выбор преобразователя частоты по электрической совместимости с двигателем.
38. Выбор способа регулирования скорости двигателя в зависимости от типа нагрузки.
39. Электропривод (ЭП) с общим суммирующим усилителем. Замкнутая схема ЭП с двигателем постоянного тока и обратными связями по току и скорости.
40. 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.

41. Настройка контура в системе подчиненного регулирования на технический оптимум. Оптимальные соотношения коэффициентов в характеристическом уравнении.
42. Настройка внутреннего контура регулирования тока якоря двигателя постоянного тока с независимым возбуждением в системе «Тиристорный преобразователь – двигатель».
43. Настройка внешнего контура системы подчиненного регулирования – регулятора скорости. Технические особенности реализации приводов с подчиненным регулированием. Механические характеристики электропривода с ПИ – регулятором скорости.
44. Аналоговые электроприводы с подчиненным регулированием, применяемые в станкостроении.
45. Цифровые электроприводы с подчиненным регулированием, применяемые в станкостроении.
46. Настройка цифровых приводов. Оптимизация переходных процессов. Устранение резонансных точек, настройка добротности приводов.

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

10 Ресурсное обеспечение **Перечень основной и дополнительной учебной 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. Дементьев, Ю. Н. Электрический привод : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 223 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01415-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/451078> (дата обращения: 16.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю.
2. 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.
3. Москаленко, В. В. Электрический привод : учебник / В. В. Москаленко. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 364 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009474-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044427> (дата обращения: 16.04.2020). – Режим доступа: ограниченный по логину и паролю.
4. Онищенко, Г. Б. Теория электропривода : учебник / Г. Б. Онищенко. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 294 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009674-2. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044495> (дата обращения: 16.04.2020). – Режим доступа: ограниченный по логину и паролю.

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. Леонов, А.П. Лабораторные работы по дисциплине «Электрические машины и электропривод»: учебно-методическое пособие / А.П. Леонов, Дубна : Междунар. ун-т природы общества и человека «Дубна», 2010. – 60 с.: ил.

3. Никитенко, Г.В. Электропривод производственных механизмов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г.В. Никитенко; – Ставрополь: АГРУС, 2012. – 240 с. - ISBN 978-5-9596-0778-4. // ЭБС "Znaniium.com". - URL: <http://znaniium.com/catalog.php?bookinfo=515166> (дата обращения: 05.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
4. Поляков, А.Е. Электрические машины, электропривод и системы интеллектуального управления электротехническими комплексами [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Е.Поляков, А.В.Чесноков, Е.М.Филимонова - М.: Форум, ИНФРА-М, 2015. - 224 с. - (ВО: Бакалавриат) ISBN 978-5-00091-071-9 // ЭБС "Znaniium.com". - URL: <http://znaniium.com/catalog.php?bookinfo=506589> (дата обращения: 05.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
5. 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. Приборы и техника эксперимента: журнал РАН / Учредитель: Российская академия наук, Институт физических проблем им. П.Л. Капицы РАН; гл. ред. В.С. Эдельман. – М.: Издательство «Наука». – Журнал основан в августе 1956 года. – Содержание выпусков на сайте журнала: <http://www.maik.ru/cgi-bin/list.pl?page=pribory/>; полная электронная версия статей журнала представлена на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <http://www.elibrary.ru>
2. СТА: Современные технологии автоматизации: производственно-практический журнал / Учредитель: ООО «СТА-пресс»; гл. ред. С. Сорокин. – М.: Издательство «СТА-пресс». – Журнал издается с 1996 года. – Полные тексты статей на сайте журнала: <http://www.cta.ru/>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znaniium.com»: <http://znaniium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://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. [Google Scholar](https://scholar.google.ru/) - 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/>
2. [SciGuide](http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi) - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
3. [WorldWideScience.org](http://worldwidescience.org/) - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

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

Описание материально-технической базы

Лабораторные работы по дисциплине «Автоматизированный электропривод» выполняются в лаборатории автоматизации технологических процессов (г. Протвино, Северный пр., д. 9, ауд. 204). При этом используется следующее оборудование: стенд на базе преобразователя БОТ и двигателя СЛ 621; осциллограф С1-79; адаптер USB-6008; программное обеспечение «LabVIEW 7.0» (студенческая версия, лицензия № М62Х97164).

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

11 Язык преподавания

Русский