

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В. Г. Шухова)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

Приводы мехатронных и робототехнических систем

Направление подготовки (специальность):

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Мехатроника и робототехника

Квалификация:

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1046 от 17 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 20 21 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

Ю. А. Гольцов  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 20 21 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

В. Г. Рубанов  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами)

Технической кибернетики

(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

В. Г. Рубанов  
(инициалы, фамилия)

« 14 » 05 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 20 21 г., протокол № 9

Председатель:

канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

А. Н. Семернин  
(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

| Категория (группа) компетенций   | Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине   |
|----------------------------------|---|---|--|
| Общепрофессиональные компетенции | ОПК-9. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование   | ОПК-9.1. Внедряет и осваивает новое технологическое оборудование  | <p><b>Знать:</b> принципы получения данных для построения математических моделей различных типов приводов для конкретных мехатронных и робототехнических систем; примеры построения математических моделей узлов системы с применением электрических, пневматических, гидравлических и электрогидравлических приводов различных типов.</p> <p><b>Уметь:</b> строить математические модели приводов мехатронных и робототехнических систем с учетом нагрузки, механической передачи и микропроцессорных систем управления с использованием классических и интеллектуальных подходов; применять математический аппарат для решения задач моделирования при синтезе структур приводов мехатронных и робототехнических систем.</p> <p><b>Владеть:</b> методиками анализа работы приводов мехатронных и робототехнических систем, основами построения и способами расчёта приводов мехатронных и робототехнических систем.</p>  |
|                                  | ОПК-12. Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей | ОПК-12.2. Выполняет монтаж, наладку и эксплуатационную настройку приводов мехатронных и робототехнических систем. | <p><b>Знать:</b> типы приводов мехатронных и робототехнических систем; способы регулирования положения, скорости, момента и тока в приводах мехатронных и робототехнических систем и методы их технической реализации.</p> <p><b>Уметь:</b> рассчитывать параметры приводов мехатронных и робототехнических систем, производить аналитические и экспериментальные исследования, выбирать основные элементы систем управления приводами мехатронных и робототехнических систем.</p> <p><b>Владеть:</b> представлением о конструкции, составе и принципе действия приводов мехатронных и робототехнических систем в производственных условиях; методами исследования электромеханических и динамических свойств приводов мехатронных и робототехнических систем, практическими навыками построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемых электромеханических, пневматических, гидравлических и электрогидравлических приводов мехатронных и робототехнических систем.</p> |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-9.** Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

| Стадия | Наименования дисциплины                                       |
|--------|---|
| 1      | Физика  |
| 2      | Программирование и основы алгоритмизации                      |
| 3      | Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем |
| 4      | Теория автоматического управления                             |
| 5      | Технические средства систем управления роботов                |

**2. Компетенция ОПК-12.** Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

| Стадия | Наименования дисциплины                                       |
|--------|---|
| 1      | Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем |
| 2      | Технические средства систем управления роботов                |
| 3      | Метрология и средства измерений в робототехнике               |
| 4      | Производственная проектная практика                           |
| 5      | Приводы мехатронных и робототехнических систем                |

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки.

Форма промежуточной аттестации \_\_\_\_\_ экзамен.

| Вид учебной работы  | Всего часов | Семестр № 6 | Семестр № 7 |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час  | 252         | 108         | 144         |
| <b>Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:</b>   | <b>110</b>  | <b>55</b>   | <b>55</b>   |
| лекции  | 68          | 34          | 34          |
| лабораторные  | 34          | 17          | 17          |
| практические  | 0           | 0           | 0           |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации                              | 8           | 4           | 4           |
| <b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>          | <b>142</b>  | <b>53</b>   | <b>89</b>   |
| курсовой проект   |             |             |             |
| курсовая работа   | 0           |             |             |
| расчетно-графическое задание  | 0           |             |             |
| индивидуальное домашнее задание   | 0           |             |             |
| самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 106         | 53          | 53          |
| экзамен   | 36          |             | 36          |

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3. Семестр 6

| № п/п     | Наименование раздела<br>(краткое содержание)   | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час |                      |                      |  |
|-----------|--|---|----------------------|----------------------|--|
|           |  | Лекции  | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям |
| 1         | 2  | 3   | 4                    | 5                    | 6  |
| <b>1.</b> | <b>Основные понятия, предмет и задачи привода мехатронных и робототехнических систем</b>   |   |                      |                      |  |
| 1.1.      | Мехатроника как область науки и инженерная дисциплина. Мехатронные систем, агрегаты, модули и устройства. Мехатронный подход при создании электромеханических систем. Определение привода мехатронных и робототехнических систем. Электропривод как силовая основа автоматизации технологических процессов и роботизированных производств. | 1   |                      |                      | 4  |
| 1.2.      | Основные типы приводов мехатронных и робототехнических систем, используемых в современной промышленности. Тенденции и перспективы развития электропривода.   | 1   |                      |                      | 4  |
| <b>2.</b> | <b>Механика электропривода</b>   |   |                      |                      |  |
| 2.1.      | Кинематические и расчетные схемы механической части электропривода. Уравнения движения и режимы работы электропривода.   | 4   |                      | 1                    | 4  |
| 2.2.      | Вид статических моментов рабочих механизмов. Приведение статических моментов и усилий. Приведение моментов инерции и движущихся масс. Учет сил упругости в элементах электропривода.   | 4   |                      | 1                    | 4  |
| 2.3.      | Определение времени пуска и торможения электропривода. Потери энергии при пуске и торможении электропривода. Понятие об оптимальном передаточном числе механической передачи электроэнергии.   | 2   |                      | 1                    | 4  |
| <b>3.</b> | <b>Регулирование координат в приводах мехатронных и робототехнических устройств</b>  |   |                      |                      |  |
| 3.1.      | Регулирование скорости.  | 2   |                      | 2                    | 6  |
| 3.2.      | Регулирование момента и тока. Регулирование положения.   | 4   |                      | 2                    | 6  |
| 3.3.      | Структуры электропривода, применяемые при регулировании координат.   | 4   |                      | 2                    | 6  |
| <b>4.</b> | <b>Особенности конструкций, электромеханические свойства, структурное представление, математическое описание и схемы управления приводами мехатронных и робототехнических систем с различными типами исполнительных механизмов.</b>  |   |                      |                      |  |

|       |   |    |  |    |    |
|-------|---|----|--|----|----|
| 4.1.  | Электрические приводы с двигателями постоянного тока. Приводы на базе асинхронных двигателей. Электрические приводы с синхронными двигателями, приводы с шаговыми двигателями.  | 4  |  | 2  | 6  |
| 4.2.  | Приводы с бесконтактными двигателями постоянного тока, принцип работы, схемы управления, датчик положения ротора и требования к нему, основные элементы и требования к ним.   | 2  |  | 2  | 4  |
| 4.3.  | Приводы микроперемещений на основе пьезокерамики, принцип работы, структурное представление, особенности конструкций. Цифровой пьезоэлектрический привод. Пьезоэлектрический привод с регулированием по положению. Пьезоэлектрический привод с подчиненным регулированием. Приводы на базе электромагнитных муфт. Типы, конструкции, структурное представление. | 2  |  | 2  | 4  |
| 4.4.  | Гидропривод вращательного, поступательного, поворотного движения. Магистральный, аккумуляторный, импульсный гидропривод. Компрессорный пневмопривод. Аккумуляторный пневмопривод. Пневмопривод с пневмодвигателями объемного и динамического действия.  | 4  |  | 2  | 5  |
| ИТОГО |   | 34 |  | 17 | 53 |

### Курс 4 . Семестр 7

|           |   |   |  |   |    |
|-----------|---|---|--|---|----|
| <b>5.</b> | <b>Энергетические характеристики и выбор мощности электропривода.</b>   |   |  |   |    |
| 5.1.      | Режимы работы электроприводов. Особенности режимов. Воспроизведение заданного скачкообразного управляющего воздействия.   | 2 |  | 1 | 4  |
| 5.2.      | Уравнение кривой нагрева и охлаждения двигателей, постоянная времени нагрева, нагрев и охлаждение двигателя при различных режимах работы.   | 2 |  | 1 | 4  |
| 5.3.      | Выбор мощности двигателя для различных режимов работы. Критерии и методы выбора электродвигателей. Методы средних потерь, эквивалентного тока, эквивалентного момента и эквивалентной мощности. Вероятностный метод выбора электродвигателей.   | 2 |  | 1 | 5  |
| <b>6.</b> | <b>Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводами.</b>   |   |  |   |    |
| 6.1.      | Классификация и принципы построения систем управления. Электрические приводы с релейно-контакторным управлением. Принципы управления в замкнутых системах регулирования электроприводов. Статические и динамические характеристики замкнутых систем автоматизированного электропривода. Определение качества регулирования переходных процессов. Методы синтеза корректирующих устройств. | 4 |  | 2 | 10 |
| 6.2.      | Автоматическая система управления электроприводом постоянного тока генератор-двигатель. Принципы формирования переходных процессов пуска и торможения. Использование электромашинных,   | 4 |  | 2 | 10 |

|           |   |    |  |    |     |
|-----------|---|----|--|----|-----|
|           | электромагнитных и полупроводниковых регуляторов. Электропривод постоянного тока системы тиристорный преобразователь - двигатель. Принципы построения.  |    |  |    |     |
| 6.3.      | Непрерывное и импульсное управление. Методы формирования динамических характеристик. Системы тиристорного асинхронного электропривода с параметрическим управлением. Асинхронно-вентильный каскад. Система преобразователь частоты - асинхронный двигатель.                               | 4  |  | 2  | 12  |
| 6.4.      | Использование микропроцессоров для управления электроприводом. Широтно-импульсная модуляция.  | 4  |  | 2  | 12  |
| <b>7.</b> | <b>Следящее и программное управление электроприводами.</b>  |    |  |    |     |
| 7.1.      | Классификация следящего электропривода. Уравнения следящей системы. Электрический вал. Следящий электропривод с пропорциональным, пропорционально-интегральным и пропорционально-дифференциальным регулированием, системы управления переменной структуры, оптимальные по быстродействию. | 4  |  | 2  | 12  |
| 7.2.      | Следящий электропривод с двигателями постоянного и переменного тока. Управление электроприводами с применением простейших средств программного управления.  | 4  |  | 2  | 10  |
| 7.3.      | Электропривод с адаптивным управлением. Применение бесконтактных логических элементов. Точная остановка электроприводов. Цифровое программное управление.   | 4  |  | 2  | 14  |
|           | ИТОГО   | 34 |  | 17 | 89  |
|           | ВСЕГО   | 68 |  | 34 | 142 |

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

##### Курс 3. Семестр 6

| № п/п | Наименование раздела дисциплины  | Тема лабораторного занятия  | Колич. часов | Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям |
|-------|--|---|--------------|--|
| 1     | Регулирование координат в приводах мехатронных и робототехнических устройств.  | Исследование скоростных и механических характеристик электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения.                | 2            | 2  |
| 2     | Особенности конструкций, электромеханические свойства, структурное представление, математическое описание и схемы управления | Исследование регулировочных свойств электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения в системе «генератор-двигатель». | 4            | 4  |
| 3     | приводами мехатронных и  | Исследование реостатного пуска и  | 2            | 2  |

|  |   |  |    |    |
|--|---|--|----|----|
|  | робототехнических систем с различными типами исполнительных механизмов. | способов торможения двигателя постоянного тока.  |    |    |
| 4                                      |   | Исследование механических и регулировочных характеристик двигателя постоянного тока. Исследование механических характеристик асинхронного электродвигателя с фазным ротором.                                   | 4  | 4  |
| 5                                      |   | Исследование динамических характеристик компрессорного (аккумуляторного) пневмопривода.  | 3  | 3  |
| 6                                      | Энергетические характеристики и выбор мощности электропривода.          | Исследование нагрузочных диаграмм электродвигателя. Исследование схемы управления электродвигателя постоянного тока  | 2  | 2  |
| ИТОГО                                  |   |  | 17 | 17 |
| <b>Курс <u>4</u>. Семестр <u>7</u></b> |   |  |    |    |
| 7                                      |   | Исследование однофазного управляемого выпрямителя с аналоговой системой управления. Исследование аналоговой системы управления однофазного управляемого выпрямителя.   | 2  | 2  |
| 8                                      | Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводами.              | Исследование трехфазного управляемого выпрямителя с микропроцессорной системой управления.   | 2  | 2  |
| 9                                      |   | Исследование реверсивной схемы управления трехфазным асинхронным электродвигателем с торможением противовключением.  | 3  | 3  |
| 10                                     |   | Исследование схемы управления трехфазным асинхронным электродвигателем с фазным ротором  | 2  | 2  |
| 11                                     | Следящее и программное управление электроприводами.                     | Исследование широтно-импульсного преобразователя на IGBT-модулях. Исследование реверсивного широтно-импульсного преобразователя на IGBT-транзисторах. Исследование трехфазного инвертора на IGBT-транзисторах. | 4  | 4  |
| 12                                     |   | Исследование сервопривода  | 4  | 4  |
| ИТОГО:                                 |   |  | 17 | 17 |
| ВСЕГО:                                 |   |  | 34 | 34 |

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.



#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

#### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция** ОПК-9. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование.

| Наименование индикатора достижения компетенции                   | Используемые средства оценивания                              |
|--|---|
| ОПК-9.1. Внедряет и осваивает новое технологическое оборудование | защита лабораторных работ, дифференцированный зачет, экзамен. |

**2. Компетенция** ОПК-12. Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей

| Наименование индикатора достижения компетенции  | Используемые средства оценивания                             |
|---|--|
| ОПК-12.2. Выполняет монтаж, наладку и эксплуатационную настройку приводов мехатронных и робототехнических систем. | защита лабораторных работ, дифференцированный зачет, экзамен |

#### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

##### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Содержание вопросов (типовых заданий)   |
|-------|---|---|
| 1     | Основные понятия, предмет и задачи курса автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. | 1. Основные понятия и задачи автоматизированного электропривода типовых производственных механизмов и технологических комплексов.<br>2. Функциональная схема автоматизированного электропривода.  |
| 2     | Механика электропривода.  | 1. Кинематические схемы электроприводов. Активные и реактивные силы и моменты.<br>2. Расчетные схемы механической части электропривода.<br>3. Приведение масс, движущихся вращательно.<br>4. Приведение масс, движущихся поступательно.<br>5. Уравнения движения и режимы работы электропривода.<br>6. Структурная схема двухмассовой механической системы.<br>7. Трехмассовая структурная схема механической части |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p>электропривода</p> <p>8. Структурная схема жесткого приведенного механического звена.</p> <p>9. Влияние кинематических погрешностей и зазоров в передачах электропривода.</p> <p>Обобщенная структурная схем механической части электропривода.</p>   |
| 3 | Регулирование координат электропривода.   | <p>1. Основные способы регулирования координат, их показатели и характеристики.</p> <p>2. Регулирование координат электропривода. Система УП-Д, математическое описание</p> <p>3. Регулирование координат электропривода. Структурные схемы приводов.</p> <p>4. Типовые схемы электроприводов, требующих управления нескольких координат. Схема с суммирующим усилителем.</p> <p>5. Типовые схемы электроприводов, требующих управления нескольких координат. Схема с ЛПУ.</p> <p>6. Типовые схемы электроприводов, требующих управления нескольких координат, структура с подчиненным регулированием.</p> <p>Типовые схемы электроприводов, требующих управления нескольких координат. Настройка на технический оптимум.</p>  |
| 4 | Особенности конструкций, электромеханические свойства, структурное представление, математическое описание электропривода с различными типами исполнительных механизмов. | <p>1. ДПТ с независимым возбуждением как исполнительный механизм.</p> <p>2. ДПТ с полюсным управлением как исполнительный механизм.</p> <p>3. Однофазный АД как исполнительный механизм.</p> <p>4. Трёхфазный АД как исполнительный механизм при частотном управлении.</p> <p>5. Электромеханические свойства электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения. Математическое описание динамических процессов в электроприводе. Структурная схема.</p> <p>6. Уравнения статических характеристик и режимы работы электропривода с двигателем независимого возбуждения. Динамическое торможение. Динамические свойства.</p> <p>7. Электромеханические свойства электроприводов с двигателями последовательного возбуждения. Схема включения. Математическое описание динамических режимов. Статические характеристики.</p> <p>8. Режимы работы электроприводов с двигателями последовательного возбуждения. Расчет регулировочных характеристик. Динамическое торможение с самовозбуждением. Особенности характеристик двигателя со смешанным возбуждением.</p> <p>9. Электромеханические свойства асинхронных электроприводов. Математическое описание динамических процессов в асинхронном электроприводе. Характеристики и режимы работы. Регулировочные характеристики.</p> <p>10. Частотное регулирование. Динамические процессы в асинхронном электроприводе. Динамическая модель АД-</p> |

ПЧ.

11. Асинхронный электропривод с частотным управлением. Механические характеристики при различных законах частотного регулирования.

12. Электромеханические свойства электропривода с синхронным двигателем.

13. Электромеханические переходные процессы электропривода с линейной механической характеристикой при скачкообразном изменении управляющего или возмущающего воздействия.

14. Электромеханические переходные процессы электропривода при линейном изменении и экспоненциальном изменении  $\omega_0=f(t)$ . Особенности переходных процессов электропривода с асинхронным короткозамкнутым двигателем.

15. Электропривод с многоскоростными асинхронными двигателями. Принцип работы, механические характеристики, допустимая нагрузка при работе на различных характеристиках.

16. Динамические процессы в асинхронном электроприводе. Уравнения и структурная схема асинхронного электропривода при линеаризованной динамической механической характеристике двигателя. Динамические свойства асинхронного электропривода на рабочем участке механической характеристики.

17. Электромеханические свойства электропривода с синхронным двигателем. Схема включения, пусковая, статическая и динамическая механические характеристики синхронного двигателя. Уравнения в осях  $d, q$ , описывающие динамические процессы в синхронном электроприводе.

18. Угловая характеристика синхронного двигателя. Приближенное уравнение динамической механической характеристики. Структурная схема синхронного электропривода. Влияние тока возбуждения на максимальный момент и коэффициент мощности двигателя.

19. Привод на базе шагового двигателя Режимы работы шагового привода. Зависимость момента, развиваемого шаговым двигателем, от скорости.

20. Общие уравнения электромеханических переходных процессов в электроприводе с линейной механической характеристикой двигателя при  $C_{12}=\infty$ ,  $M_c=\text{const}$  и скачкообразном изменении управляющего или возмущающего воздействия.

21. Приводы с бесконтактными двигателями постоянного тока, принцип работы, схемы управления. Основные элементы и требования к ним.

22. Приводы микроперемещений на основе пьезокерамики, принцип работы, структурное представление, особенности конструкций.

23. Пьезоэлектрики – монокристаллы. Пьезоэлементы. Шаговые двигатели. Цифровой пьезоэлектрический привод.

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <p>24. Поликристаллические пьезоэлектрики. Пьезоэлектрический привод с регулированием по положению.</p> <p>25. Пьезоэлектрики – монокристаллы. Пьезоэлектрический привод с подчиненным регулированием.</p> <p>26. Экономическая целесообразность применения гидроприводов (ГП) и пневмоприводов (ПП). Сравнение эффективности ГП и ПП с другими приводами (механическим, электрическим).</p> <p>27. Особенности гидравлических систем. Функциональная структура ГП промышленного робота, принцип действия.</p> <p>28. Особенности пневматических систем. Функциональная структура ПП промышленного робота, принцип действия.</p> <p>29. Конструкция и принцип работы силовых и управляющих устройств гидропривода.</p> <p>30. Принцип действия объемного гидропривода в приводах РТС.</p> <p>31. Элементная база пневмоавтоматики. Реализация принципов логических функций в системах управления пневмоприводом.</p> <p>32. Конструктивные особенности и техническая характеристика пневмопривода.</p> <p>33. Конструкция и принцип работы силовых и управляющих устройств пневмопривода.</p> <p>34. Схемы и принцип работы насосных станций гидропривода промышленного робота.</p> <p>35. Состав, структура и характеристика пневмоустройств блока подготовки воздуха.</p> <p>36. Регулирующая, направляющая и контрольная пневмоаппаратура.</p> |
| 5 | <p>Энергетические характеристики и выбор мощности электропривода.</p> | <p>1. Показатели, характеризующие работу электропривода с энергетической точки зрения.</p> <p>2. Потребляемая мощность, КПД и потери при работе двигателя на естественной характеристике с постоянной нагрузкой.</p> <p>3. Определение потерь при работе двигателя на естественной характеристике с переменной нагрузкой методом эквивалентных величин. Условия применимости различных вариантов метода.</p> <p>4. Потери при работе двигателей на регулировочных характеристиках.</p> <p>5. Потери и КПД в регулируемом электроприводе. Зависимость их от характера изменения статического момента от скорости. Интегральный КПД за производственный цикл.</p> <p>6. Потери и расход энергии в переходных режимах двигателей постоянного тока.</p> <p>7. Потери и расход энергии в переходных режимах асинхронных двигателей. Способы снижения потерь в переходных режимах.</p> <p>8. Коэффициент мощности и потребление реактивной</p>  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <p>энергии асинхронными и синхронными двигателями трехфазного тока. Определение коэффициента мощности за цикл работы.</p> <p>9. Коэффициент мощности электропривода постоянного тока по системе ТП-Д.</p> <p>10. Нагревание и охлаждение двигателей.</p> <p>11. Нагрузочные диаграммы электроприводов.</p> <p>12. Номинальные режимы работы двигателей.</p> <p>13. Выбор двигателя для продолжительного режима работы.</p> <p>14. Выбор двигателя для кратковременного режима работы.</p> <p>15. Выбор двигателя для повторно-кратковременного режима работы.</p> <p>Особенности выбора двигателя для регулируемого электропривода.</p>   |
| 6 | Разомкнутые и замкнутые схемы управления электроприводами. | <p>1. Принципы автоматизации процессов пуска, торможения и реверсирования двигателей в разомкнутых системах управления.</p> <p>2. Типовые схемы управления двигателем постоянного тока и асинхронным двигателем.</p> <p>3. Принципы управления электроприводом в замкнутых системах. Системы управления с общим усилителем и подчиненным регулированием координат.</p> <p>4. Регулирование момента в системе УП-Д с ООС по току.</p> <p>5. Регулирование момента в системе УП-Д с формирующей ПОС по скорости.</p> <p>6. Регулирование тока в системе Г-Д с формирующей ПОС по напряжению генератора.</p> <p>7. Схема включения и принцип работы асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора.</p> <p>8. Асинхронный электропривод с импульсным регулятором и рекуперацией энергии скольжения в сеть.</p> <p>9. Каскадные схемы асинхронных электроприводов. Асинхронный вентильно - машинный электрический каскад, асинхронно-вентильный каскад. Схемы включения, принцип работы, механические характеристики.</p> <p>10. Каскадные схемы асинхронных электроприводов. Асинхронный вентильно - машинный электромеханический каскад. Схемы включения, принцип работы, механические характеристики.</p> <p>11. Синтез регулятора в замкнутых СУ (внутренний контур).</p> <p>12. Синтез регулятора в замкнутых СУ (второй контур, оптимум по модулю).</p> <p>13. Синтез регулятора в замкнутых СУ (симметричный оптимум).</p> <p>14. Контур регулирования тока в системе УП-Д, оптимизированный по методу последовательной коррекции статической характеристики.</p> <p>Контур регулирования тока в системе УП-Д. Синтез регулятора.</p> |
| 7 | Следящее и программное                                     | <p>1. Однофазный и трехфазный управляемый выпрямитель</p>   |

|  |                              |  |
|--|------------------------------|--|
|  | управление электроприводами. | <ul style="list-style-type: none"> <li>с микропроцессорной системой управления.</li> <li>2. Однофазный и Трехфазный управляемый выпрямитель с аналоговой системой управления.</li> <li>3. Реверсивный широтно-импульсный преобразователь на IGBT-транзисторах.</li> <li>4. Трехфазный инвертор на IGBT-транзисторах.</li> <li>5. Частотно регулируемые приводы.</li> <li>6. Электропривод с программным управлением.</li> <li>7. Электропривод с адаптивным управлением.</li> <li>8. Следящий электропривод с аналоговым управлением.</li> <li>9. Следящий электропривод с релейным управлением.</li> <li>10. Сервоприводы.</li> <li>11. Комплектные и интегрированные электроприводы.</li> <li>12. Точностные показатели следящих электроприводов.</li> </ul> |
|--|------------------------------|--|

### **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом.

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

### **Курс 3. Семестр 6**

| №  | Тема лабораторной работы  | Контрольные вопросы   |
|----|---|---|
| 1. | Лабораторная работа №1. Исследование скоростных и механических характеристик электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения.                | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Электроприводы постоянного тока. Конструкция двигателя. Основные уравнения, характеристики.</li> <li>2. Двигатели постоянного тока независимого возбуждения. Их разновидности и особенности их применения в электроприводах.</li> <li>3. Уравнения электромеханической и механической характеристик.</li> <li>4. Схемы включения и механические характеристики двигателя постоянного тока независимого возбуждения в различных режимах работы.</li> </ul> |
| 2. | Лабораторная работа №2. Исследование регулировочных свойств электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения в системе «генератор-двигатель». | <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Электроприводы постоянного тока. Конструкция двигателя. Энергетические режимы работы. Допустимая нагрузка.</li> <li>2. Электроприводы постоянного тока. Основные уравнения и способы регулирования. Технические средства регулирования.</li> <li>3. Электроприводы постоянного тока. Технические средства регулирования. Замкнутые структуры.</li> </ul>  |

| №  | Тема лабораторной работы  | Контрольные вопросы   |
|----|---|---|
|    |   | <p>4. Электроприводы постоянного тока. Система «источник тока–двигатель». Способы реализации источника тока, ограничения на режимы работы.</p> <p>5. Электроприводы постоянного тока с последовательным возбуждением. Уравнения и характеристики.</p>   |
| 3. | <p>Лабораторная работа №3. Изучение схемы управления электродвигателем постоянного тока. Исследование реостатного пуска и способов торможения двигателя постоянного тока.</p> | <p>1. Понятие и функциональная схема электропривода. Краткая классификация электроприводов.</p> <p>2. Принципы автоматического управления пуском и торможением электродвигателей.</p> <p>3. Ускорение и замедление. Пуск, реверс, торможение привода.</p> <p>4. Уравнение движения электропривода.</p> <p>5. Анализ уравнения движения электропривода: ускорение, замедление, формирование требуемых законов движения рабочего органа механизма.</p> <p>6. Подчиненное регулирование координат. Принцип последовательной коррекции. Синтез регулятора для произвольного объекта.</p> <p>7. Способы регулирования скорости вращения двигателя постоянного тока.</p> <p>8. Регулирование включением добавочных сопротивлений, изменением напряжения и потока.</p> <p>9. Расчет пусковых и регулировочных сопротивлений двигателя постоянного тока независимого возбуждения.</p> <p>10. Расчет механических характеристик и тормозных сопротивлений двигателя постоянного тока независимого возбуждения в тормозных режимах.</p> |
| 4. | <p>Лабораторная работа №4. Исследование механических и регулировочных характеристик двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.</p>                               | <p>1. Типовые узлы схем управления пуском двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление в функции скорости.</p> <p>2. Типовые узлы схем управления пуском двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление в функции времени.</p> <p>3. Типовые узлы схем управления пуском двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление в функции тока.</p> <p>4. Типовые узлы схем управления торможением двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление динамическим торможением.</p> <p>5. Типовые узлы схем управления торможением двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением. Управление противовключением.</p>  |
| 5. | <p>Лабораторная работа №5. Исследование механических характеристик асинхронного электродвигателя с фазным ротором.</p>  | <p>1. Асинхронные двигатели. Их разновидности и особенности применения в электроприводах.</p> <p>2. Электромеханические и механические характеристики.</p> <p>3. Схемы включения и механические характеристики асинхронного электродвигателя в различных режимах работы.</p> <p>4. Способы регулирования скорости вращения асинхронного двигателя.</p>  |

| №  | Тема лабораторной работы  | Контрольные вопросы  |
|----|---|--|
|    |   | <p>5. Регулирование изменением сопротивления роторной цепи, напряжением, переключением числа пар полюсов.</p> <p>6. Синхронный электродвигатель. Механическая, угловая и пусковая характеристики.</p>  |
| 6. | Лабораторная работа №6. Исследование динамических характеристик компрессорного (аккумуляторного) пневмопривода. | <p>1. Экономическая целесообразность применения гидроприводов (ГП) и пневмоприводов (ПП). Сравнение эффективности ГП и ПП с другими приводами (механическим, электрическим).</p> <p>2. Особенности пневматических систем. Функциональная структура ПП промышленного робота, принцип действия.</p> <p>3. Элементная база пневмоавтоматики. Реализация принципов логических функций в системах управления пневмоприводом.</p> <p>4. Конструктивные особенности и техническая характеристика пневмопривода.</p> <p>5. Конструкция и принцип работы силовых и управляющих устройств пневмопривода.</p> <p>6. Состав, структура и характеристика пневмоустройств блока подготовки воздуха.</p> <p>7. Регулирующая, направляющая и контрольная пневмоаппаратура.</p> |

### Курс 4 . Семестр 7

| №  | Тема лабораторной работы   | Контрольные вопросы  |
|----|--|--|
| 7. | Лабораторная работа №7. Исследование нагрузочных диаграмм электродвигателя.  | <p>1. Классификация режимов работы электродвигателей по продолжительности включения.</p> <p>2. Выбор электродвигателей при продолжительном режиме работы. Метод средних потерь.</p> <p>3. Выбор мощности электродвигателей при продолжительном режиме работы. Метод эквивалентных величин.</p> <p>4. Выбор электродвигателей при кратковременном режиме работы.</p> <p>5. Выбор электродвигателей при повторно-кратковременном режиме работы.</p>  |
| 8. | Лабораторная работа №8. Исследование однофазного управляемого выпрямителя с аналоговой системой управления. Исследование аналоговой системы управления однофазного управляемого выпрямителя. | <p>1. Электрические преобразователи в электроприводе. Управляемые выпрямители. Регуляторы напряжения.</p> <p>2. Электрические преобразователи в электроприводе. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока. Принцип работы.</p> <p>3. Электрические преобразователи в электроприводе. Широтно-импульсная модуляция напряжения фаз двигателя.</p> <p>4. Динамические режимы в электроприводе. Условия возникновения. Типы изучаемых динамических режимов и характер переходных процессов.</p> |
| 9. | Лабораторная работа №9. Исследование трехфазного   | <p>1. Схемное решение и принцип работы однофазного мостового выпрямителя,</p>  |



| №   | Тема лабораторной работы  | Контрольные вопросы  |
|-----|---|--|
|     | управляемого выпрямителя с микропроцессорной системой управления.   | <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Схемное решение и принцип работы трехфазного однотокового выпрямителя.</li> <li>3. Процесс коммутации в управляемом выпрямителе, влияние этого процесса на величину выходного напряжения и коэффициент мощности выпрямителя.</li> <li>4. Составляющие потерь мощности в выпрямителе, формулы расчета этих потерь и КПД выпрямителя.</li> <li>5. Получение регулировочных характеристик управляемых выпрямителей. Получение внешних характеристик выпрямителей.</li> </ol>  |
| 10. | Лабораторная работа №10. Исследование реверсивной схемы управления трехфазным асинхронным электродвигателем с торможением противоключением. Исследование схемы управления трехфазным асинхронным электродвигателем с фазным ротором     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет пусковых и регулировочных сопротивлений асинхронного электродвигателя.</li> <li>2. Расчет механических характеристик и тормозных сопротивлений асинхронного электродвигателя в тормозных режимах.</li> <li>3. Типовые узлы схем управления пуском асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление в функции скорости.</li> <li>4. Типовые узлы схем управления пуском асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление в функции времени.</li> <li>5. Типовые узлы схем управления пуском асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление в функции тока.</li> <li>6. Типовые узлы схем управления торможением асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление динамическим торможением.</li> <li>7. Типовые узлы схем управления торможением асинхронных двигателей с фазным ротором. Управление противоключением.</li> </ol> |
| 11. | Лабораторная работа №11. Исследование широтно-импульсного преобразователя на IGBT-модулях. Исследование реверсивного широтно-импульсного преобразователя на IGBT-транзисторах. Исследование трехфазного инвертора на IGBT-транзисторах. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Способы регулирования скорости вращения асинхронного двигателя.</li> <li>2. Частотное регулирование.</li> <li>3. Преобразователь частоты принцип работы, разновидности.</li> <li>4. Законы и способы частотного регулирования.</li> <li>5. Механические характеристики АД при <math>U/f=\text{const}</math>, специальных зависимостях <math>U/f=\text{const}</math>, IR-компенсации. Достоинства и недостатки, диапазоны регулирования, области применения.</li> </ol>   |
| 12. | Лабораторная работа №12. Исследование сервопривода  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электропривод с программным управлением.</li> <li>2. Электропривод с адаптивным управлением.</li> <li>3. Следящий электропривод с аналоговым управлением.</li> <li>4. Следящий электропривод с релейным управлением.</li> <li>5. Сервоприводы. Структура, принцип работы</li> <li>6. Комплектные и интегрированные электроприводы.</li> <li>7. Точностные показатели следящих электроприводов.</li> </ol>  |

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

| Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине | Критерий оценивания  |
|--|--|
| Знания   | Знание терминов, классификаций, основных принципов   |
|  | Объем освоенного материала   |
|  | Полнота ответов на вопросы   |
|  | Четкость изложения и интерпретации знаний  |
| Умения   | Умение выбирать элементы привода мехатронных и робототехнических систем и получать схемные решения         |
|  | Умение определять математические модели отдельных элементов привода мехатронных и робототехнических систем |
| Навыки   | Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой                                    |
|  | Владеть навыками расчета элементов привода мехатронных и робототехнических систем                          |

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

#### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

| Критерий  | Уровень освоения и оценка  |  |  |   |
|---|--|--|--|---|
|   | 2  | 3  | 4  | 5   |
| Знание терминов, определений, понятий                   | Не знает терминов и определений  | Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок      | Знает термины и определения  | Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно   |
| Знание основных закономерностей, соотношений, принципов | Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний | Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний | Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует | Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать |
| Объем освоенного материала                              | Не знает значительной части материала дисциплины                           | Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей       | Знает материал дисциплины в достаточном объеме   | Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями                                |
| Полнота ответов на вопросы                              | Не дает ответы на большинство вопросов                                     | Дает неполные ответы на все вопросы                                    | Дает ответы на вопросы, но не все - полные   | Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы   |

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| Четкость изложения и интерпретации знаний | Излагает знания без логической последовательности                    | Излагает знания с нарушениями в логической последовательности | Излагает знания без нарушений в логической последовательности | Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя |
|   | Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами | Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками    | Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно      | Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний    |
|   | Неверно излагает и интерпретирует знания                             | Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний       | Грамотно и, по существу, излагает знания                      | Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы                               |

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

| Критерий   | Уровень освоения и оценка   |   |   |  |
|--|---|---|---|--|
|  | 2   | 3   | 4   | 5  |
| Умение выбирать элементы привода мехатронных и робототехнических систем и получать схемные решения         | Не умеет выбирать элементы привода мехатронных и робототехнических систем и получать схемные решения  | Умеет выбирать элементы привода мехатронных и робототехнических систем и получать схемные решения с подсказками преподавателя | Умеет выбирать элементы привода мехатронных и робототехнических систем и получать схемные решения, но при получении схемных решений необходима помощь преподавателя | Умеет выбирать элементы привода мехатронных и робототехнических систем и получать схемные решения  |
| Умение определять математические модели отдельных элементов привода мехатронных и робототехнических систем | Не умеет разрабатывать математические модели элементов привода мехатронных и робототехнических систем | Умеет определять математические модели простейших элементов привода мехатронных и робототехнических систем                    | Умеет строить статические математические модели элементов привода мехатронных и робототехнических систем по экспериментальным данным                                | Умеет получать математические модели элементов привода мехатронных и робототехнических систем, используя экспериментальные данные и теоретические знания |

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

| Критерий  | Уровень освоения и оценка  |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
|   | 2  | 3  | 4   | 5  |
| Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой | Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям | Имеются навыки самостоятельной работы с учебной и научной литературой, но недостаточные для полноценной подготовки | Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой при подготовке к занятиям | Использует учебную и научную литературу для самостоятельного приобретения новых знаний |

|   |  |   |  |   |
|---|--|---|--|---|
| Владеть навыками расчета элементов привода мехатронных и робототехнических систем | В принципе не понимает, как осуществлять расчет элементов привода мехатронных и робототехнических систем | Имеются навыки и представления о том, что необходимо рассчитывать | Владеет навыками статического расчета элементов привода мехатронных и робототехнических систем | Владеет навыками полного расчета элементов привода мехатронных и робототехнических систем |
|---|--|---|--|---|

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1. Материально-техническое обеспечение**

| № | Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы   |
|---|---|---|
| 1 | Лаборатория автоматизированного электропривода УК 4, № 202                | Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель стенды для исследования измерений линейных и угловых перемещений, скоростей, электро-механических усилителей, технологических параметров автоматизированного электропривода. |
| 2 | Учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК 4, № 323           | Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель  |
| 3 | Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы                       | Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель  |
| 4 | Методический кабинет  | Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук   |

### **6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

| № | Перечень лицензионного программного обеспечения           | Реквизиты подтверждающего документа   |
|---|---|---|
| 1 | Microsoft Windows 10 Корпоративная                        | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017   |
| 2 | Microsoft Office Professional Plus 2016                   | Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023  |
| 3 | Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition» | Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020<br>Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г. |
| 4 | Matlab Simulink   | Лицензия №1145851 бессрочная  |

|   |                                   |   |
|---|-----------------------------------|---|
| 5 | MSC Easy5, Patran, Nastran, Adams | Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018                                  |
| 6 | Google Chrome                     | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |
| 7 | Mozilla Firefox                   | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |
| 8 | Master SCADA 4D                   | Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения |

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

#### 6.3.1. Перечень основной литературы

1. Анучин А.С. Системы управления электроприводов [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Анучин А.С.— Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский дом МЭИ, 2015.— 373 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33232>. — ЭБС «IPRbooks»
2. Путинцев Н.Н. Автоматизированный электропривод [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Путинцев Н.Н., Бородин А.М., Сысенко В.Т.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 80 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45355>. — ЭБС «IPRbooks»
3. Симаков Г.М. Автоматизированный электропривод в современных технологиях [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Симаков Г.М.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 103 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45354>. — ЭБС «IPRbooks»
4. Симаков Г.М. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Симаков Г.М., Панкрац Ю.В.— Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013.— 211 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45455>. — ЭБС «IPRbooks»
5. Мещеряков В.Н. Электрический привод. Часть 1. Электромеханические системы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мещеряков В.Н.— Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 123 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55669>. — ЭБС «IPRbooks»
6. Бекишев Р.Ф. Общий курс электропривода [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бекишев Р.Ф., Дементьев Ю.Н.— Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2014.— 302 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34688>. — ЭБС «IPRbooks»
7. Васильев Б.Ю. Электропривод. Энергетика электропривода [Электронный ресурс]: учебник/ Васильев Б.Ю.— Электрон. текстовые данные. — М.: СОЛОН-

- ПРЕСС, 2015.— 272 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/53868>. — ЭБС «IPRbooks»
8. Мещеряков В.Н. Инверторы и преобразователи частоты для систем электропривода переменного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мещеряков В.Н.— Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55631>. — ЭБС «IPRbooks»
9. Регулируемый электропривод. Моделирование переходных процессов [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям и курсовому проекту/ — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 25 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55150>. — ЭБС «IPRbooks»
10. Регулируемый электропривод. Статические и динамические характеристики [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому проекту и практическим занятиям/ — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 53 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55151>. — ЭБС «IPRbooks»
11. Автоматизация типовых технологических процессов и установок [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому проекту для студентов по направлению подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электропривод и автоматика» очной и очно-заочной форм обучения/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 59 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22854>.— ЭБС «IPRbooks»
12. Управление электроприводами [Электронный ресурс]: методические указания к курсовой работе для студентов направления подготовки 140400 «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электропривод и автоматика» очной и очно-заочной форм обучения/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 81 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57622>.— ЭБС «IPRbooks»
13. Даниленко Ю.И. Типовые схемы автоматического управления электроприводами [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям по курсу «Электротехника и электроника»/ Даниленко Ю.И.— Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2013.— 20 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31650>. — ЭБС «IPRbooks»
14. Красовский А.Б. Расчет характеристик электропривода [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению домашнего задания по курсу «Основы электропривода»/ Красовский А.Б.— Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана,

2011.— 40 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31221>. — ЭБС «IPRbooks»

15. Красовский А.Б. Исследование на модели режимов работы тиристорных преобразователей в электроприводе [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе по курсам «Основы электропривода» и «Электропривод, управление и автоматизация АММА»/ Красовский А.Б.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 44 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31419>.— ЭБС «IPRbooks»

16. Исследование способов торможения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе № 1 по регулируемому электроприводу/ — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 16 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55096>. — ЭБС «IPRbooks»

17. Польский В.А. Изучение способов управления электроприводом переменного тока на базе программируемых логических контроллеров [Электронный ресурс]: методические указания по курсу «Электроприводы роботов»/ Польский В.А., Ванин А.В.— Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 36 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30980>. — ЭБС «IPRbooks»

### **6.3.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Сугробов А.М. Проектирование электрических машин автономных объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Сугробов А.М., Русаков А.М.— Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012.— 304 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33176>. — ЭБС «IPRbooks»

2. Электротехнический справочник. Том 4. Использование электрической энергии [Электронный ресурс]/ — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский дом МЭИ, 2004.— 696 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33187>. — ЭБС «IPRbooks»

3. Никитенко Г.В. Электропривод производственных механизмов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Никитенко Г.В.— Электрон. текстовые данные. — Ставрополь: Ставропольский государственный аграрный университет, АГРУС, 2012.— 240 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47399>. — ЭБС «IPRbooks»

4. Волченсков, В.И. Исследование трехфазных асинхронных двигателей с фазным ротором [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. — Элек-

трон. дан. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана (Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана), 2009. — 42 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52091](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52091)

5. Епифанов, А. П. Электропривод [Электронный ресурс]: учебник / Епифанов А. П., Малайчук Л., Гуцинский А. Г. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 400 с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3812](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3812)

6. Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.М. Фролов, Шелякин В. П. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2012. — 367с. — Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=3185](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=3185)

7. Исследование способов торможения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе № 1 по регулируемому электроприводу/ — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2014.— 16 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55096>. — ЭБС «IPRbooks»

8. Управление электроприводами [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам/ — Электрон. текстовые данные. — Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 41 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22929>. — ЭБС «IPRbooks»

9. Атаманов В.Н. Исследование асинхронного электропривода при частотном регулировании [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе №14 по курсу «Электротехника и электроника»/ Атаманов В.Н., Мелиоранская Т.В., Ролдугин Л.В.— Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2006.— 16 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31415>. — ЭБС «IPRbooks»

10. Герман-Галкин, С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: учеб. пособие / С. Г. Герман-Галкин. - Санкт-Петербург: КОРОНА принт, 2001. - 320 с

11. Белов, М. П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: учебник / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. - Москва: Академия, 2004. - 575 с.

12. Ильинский, Н. Ф. Основы электропривода: учеб. пособие / Н. Ф. Ильинский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: МЭИ, 2003. - 221 с.

13. Терехов, В. М. Системы управления электроприводов: учебник / В. М. Терехов, О. И. Осипов. - Москва: АСАДЕМА, 2005. - 299 с.

14. Браславский, И. Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод: учеб. пособие / И. Я. Браславский, З. Ш. Ишматов, В. Н. Поляков. - Москва: АСАДЕМА, 2004. - 248 с.



15. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу: учеб. пособие / М. М. Кацман. - 2-е изд., испр. - Москва: Высшая школа, 2001. - 214 с.
16. Чиликин, М. Г. Общий курс электропривода: учеб. для вузов / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. - 6-е изд., доп. и перераб. - Москва: Энергоиздат, 1981. - 576 с.
17. Теория автоматизированного электропривода: учеб. пособие / М. Г. Чиликин, В. И. Ключев, А. С. Сандлер. - Москва: Энергия, 1979. - 616 с.
18. Автоматизированный электропривод / общ. ред.: Н. Ф. Ильинский, М. Г. Юньков. - Москва: Энергоатомиздат, 1990. - 544 с.
19. Кацман, М. М. Справочник по проектированию автоматизированного электропривода и систем управления технологическими процессами / ред.: В. И. Крупович, Ю. Г. Барыбин, М. Л. Самовер. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Энергоиздат, 1982.
20. Янковенко, В. С. Расчет и конструирование элементов электропривода: учебник / В. С. Янковенко, С. С. Арсенюк, В. М. Царик. - Москва: Энергоатомиздат, 1987. - 320 с.

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. <http://lib-bkm.ru/publ/31-1-0-656> – Электронная Библиотека Машиностроителя, электропривод.
2. [http://epla.susu.ru/vsg\\_lit.htm](http://epla.susu.ru/vsg_lit.htm) – Электропривод. Рекомендуемая литература.
3. <http://electroprivod.ru/literatura.htm> – Электропривод. Рекомендуемая литература.
4. <http://stanok-online.ru/literatura/elektrodivigately/> – Станок online. Литература по электродвигателям.
5. <http://www.toroid.ru/elm.html> – ТОРОИД. Книги по теме "Электрические машины"
6. [http://bamper.info/katalog/23-elektricheskie\\_mashiny](http://bamper.info/katalog/23-elektricheskie_mashiny) Библиотека технической литературы. Электрические машины
7. <http://techlib.org/tag/pnevmaticheskie-privody> – Книги с тегом "Пневматические приводы"
8. <http://www.elibrary.ru> – Научная электронная библиотека.
9. <http://www.gpntb.ru/> – Государственная публичная научно-техническая библиотека России.
10. <http://elibrary.bmstu.ru> – Библиотека МГТУ им. Н.Баумана.
11. <http://www.viniti.ru> – Всероссийский институт научной информации по техническим наукам(ВИНИТИ).
12. <http://www.unilib.neva.ru/rus/> - Фундаментальная библиотека Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.
13. <http://elibrary.eltech.ru> – Библиотека Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета.
14. <http://www.ntb.bstu.ru> – Электронно-библиотечная система БГТУ

им В.Г.Шухова.

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный год  
Выберите элемент..

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В. Г. Рубанов  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ А. В. Белоусов  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО