

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



Рубанов В.Г.

« 17 » 04 201 5 г.

47

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**Автоматизированный электропривод**  
(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

**15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств**  
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

**15.03.04 – Автоматизация технологических процессов и производств**  
(наименование образовательной программы (профиль, специализация))

Квалификация

**бакалавр**

(бакалавр, магистр, специалист)

Форма обучения

**очная**

(очная, заочная и др.)

**Институт: Информационных технологий и управляющих систем**

**Кафедра: Техническая кибернетика**

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

■ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (бакалавриат), приказ Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. № 200

■ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств (бакалавриат).

47  
Составитель (составители):

(Гольцов Ю.А.)

(ученая степень и звание, подпись)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Техническая кибернетика

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.

(В.Г. Рубанов)

(ученая степень и звание, подпись)

(инициалы, фамилия)

« 14 » 04 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 04 2015 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.

(В.Г. Рубанов)

(ученая степень и звание, подпись)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 17 » 04 2015 г., протокол № 6/1

Председатель: канд. техн. наук, доц.

(Ю.И. Солопов)

(ученая степень и звание, подпись)

(инициалы, фамилия)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
<b>Профессиональные</b>			
1.	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.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> состав, принцип работы, условия эксплуатации и современное состояние автоматизированных электроприводов типовых производственных механизмов и технологических комплексов; общую классификацию, характерные свойства и области применения автоматизированных электроприводов различных типов; принципы получения данных для построения математических моделей различных типов автоматизированных электроприводов и способах управления ими; примеры построения математических моделей автоматизированных электроприводов типовых производственных механизмов и комплексов.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить аналитические и экспериментальные исследования по заданным методикам и разрабатывать мероприятия, направленные на обеспечение эффективной эксплуатации автоматизированных электроприводов типовых производственных механизмов и технологических комплексов; применять математический аппарат для решения задач моделирования при синтезе структур автоматизированных электроприводов; читать электрические принципиальные схемы типовых узлов автоматизированных электроприводов, подготавливать данные для разработки научных обзоров и публикаций.</p> <p><b>Владеть:</b> информацией о современных автоматизированных электроприводах типовых производственных механизмов; методами исследования основных конструкционных, электромеханических и динамических свойств автоматизированных электроприводов; практическими навыками построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемых структур автоматизированных электроприводов типовых производственных механизмов; навыками работы с программным обеспечением, позволяющим проводить анализ и синтез интеллектуальных систем управления автоматизированными электроприводами типовых производственных механизмов и технологических комплексов объектов автоматизации.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Физика
2	Математический анализ
3	Электротехника
4	Программирование и основы алгоритмизации
5	Математические основы теории управления
6	Технические средства автоматизации
7	Теория автоматического управления
8	Электрические машины и специальные двигатели

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Автоматизация технологических процессов
2	Проектирование систем автоматизации
3	Робототехнические системы
4	Микроконтроллеры в системах автоматизации
5	Научно-исследовательская работа по направлению подготовки

### 3.ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>		
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	0	0
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	74	74
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>		
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	экзамен (36)	экзамен (36)

*Примечание: предусматривать не менее*

*0,5 академического часа самостоятельной работы на 1 час лекций,*

*1 академического часа самостоятельной работы на 1 час лабораторных и практических занятий,*

*36 академических часов самостоятельной работы на 1 экзамен,*

*54 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовой проект,*

*36 академических часов самостоятельной работы на 1 курсовую работу,*

*18 академических часов самостоятельной работы на 1 расчетно-графическую работу,*

*9 академических часов самостоятельной работы на 1 индивидуальное домашнее задание.*

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1. Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 3 Семестр 6**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Основные понятия, предмет и задачи курса приводы органов управления объектов автоматизации промышленных производств и автоматизированных технологических комплексов.					
	Электропривод как силовая основа автоматизации технологических процессов и промышленных производств. Основные типы приводов органов управления объектов автоматизации, используемые в современной промышленности. Тенденции и перспективы развития приводов органов управления объектов автоматизации промышленных производств и автоматизированных технологических комплексов.	1		1	2
2. Механика приводов органов управления объектов автоматизации.					
	Кинематические и расчетные схемы механической части приводов органов управления объектов автоматизации. Уравнения движения и режимы работы электропривода. Вид статических моментов рабочих механизмов. Приведение статических моментов и усилий. Приведение моментов инерции и движущихся масс. Учет сил упругости в элементах электропривода. Определение времени пуска и торможения электропривода. Потери энергии при пуске и торможении электропривода. Понятие об оптимальном передаточном числе механической передачи электроэнергии.	2		2	6
3. Регулирование координат приводов органов управления объектов автоматизации.					
	Регулирование скорости. Регулирование момента и тока. Регулирование положения. Структуры электропривода, применяемые при регулировании координат.	2		2	8
4. Особенности конструкций, электромеханические свойства, структурное представление, математическое описание приводов органов управления объектов автоматизации с различными типами исполнительных механизмов.					
	Электрические приводы с двигателями постоянного тока. Приводы на базе асинхронных двигателей. Электрические приводы с синхронными двигателями, приводы с шаговыми двигателями. Приводы с бесконтактными двигателями постоянного тока, принцип работы, схемы управления, датчик положения ротора и требования к нему, основные элементы и требования к ним. 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. Гидропривод	4		4	16

	вращательного, поступательного, поворотного движения. Магистральный, аккумуляторный, импульсный гидропривод. Компрессорный пневмопривод. Аккумуляторный пневмопривод. Пневмопривод с пневмодвигателями объемного и динамического действия.				
5. Энергетические характеристики и выбор мощности привода.					
	Режимы работы приводов. Особенности режимов. Воспроизведение заданного скачкообразного управляющего воздействия. Уравнение кривой нагрева и охлаждения двигателей, постоянная времени нагрева, нагрев и охлаждение двигателя при различных режимах работы. 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		2	10
6. Разомкнутые и замкнутые схемы управления приводами органов управления объектов автоматизации.					
	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. Автоматическая система управления электроприводом постоянного тока генератор двигатель. Принципы формирования переходных процессов пуска и торможения. Использование электромашинных, электромагнитных и полупроводниковых регуляторов. Электропривод постоянного тока системы тиристорный преобразователь - двигатель. Принципы построения. Непрерывное и импульсное управление. Методы формирования динамических характеристик. Системы тиристорного асинхронного электропривода с параметрическим управлением. Асинхронно-вентильный каскад. Система преобразователь частоты - асинхронный двигатель. Использование микропроцессоров для управления электроприводом. Широтно-импульсная модуляция.	4		4	20
7. Следящее и программное управление приводами органов управления объектов автоматизации.					
	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. Следящий электропривод с двигателями постоянного и переменного тока. Управление электроприводами с применением простейших средств программного управления. Электропривод с адаптивным управлением. Применение бесконтактных логических элементов. Точная остановка электроприводов. Цифровое программное управление.	2		2	12
	ВСЕГО	17		17	74

*Примечание: в колонку «самостоятельная работа» входят подготовка к лекционным, практическим, лабораторным занятиям.*

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

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 6				
1	Регулирование координат приводов органов управления объектов автоматизации.	Исследование скоростных и механических характеристик электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения.	1	1
2	Особенности конструкций, электромеханические свойства, структурное представление, математическое описание приводов органов управления объектов автоматизации с различными типами исполнительных механизмов.	Исследование регулировочных свойств электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения в системе «генератор-двигатель».	1	1
3		Исследование реостатного пуска и способов торможения двигателя постоянного тока.	1	1
4		Исследование механических и регулировочных характеристик двигателя постоянного тока.	1	1
5		Исследование механических характеристик асинхронного электродвигателя с фазным ротором.	1	1
6		Энергетические характеристики и выбор мощности привода.	Исследование нагрузочных диаграмм электродвигателя. Исследование схемы управления электродвигателя постоянного тока	2
7	Разомкнутые и замкнутые схемы управления приводами органов управления объектов автоматизации	Исследование однофазного управляемого выпрямителя с аналоговой системой управления. Исследование аналоговой системы управления однофазного управляемого выпрямителя.	2	2
8		Исследование трехфазного управляемого выпрямителя с микропроцессорной системой управления.	2	2
9		Исследование реверсивной схемы управления трехфазным асинхронным электродвигателем с торможением противовключением. Исследование схемы управления трехфазным асинхронным электродвигателем с фазным ротором	2	2
10	Следящее и программное управление приводами органов управления объектов автоматизации	Исследование широтно-импульсного преобразователя на IGBT-модулях. Исследование реверсивного широтно-импульсного преобразователя на IGBT-транзисторах. Исследование трехфазного инвертора на IGBT-транзисторах.	2	2
11		Исследование сервопривода	2	2
ИТОГО:			17	17
ВСЕГО:			34	



## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

*(Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины. Можно привести отдельный перечень для текущего и промежуточного контроля).*

	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные понятия, предмет и задачи курса приводы органов управления объектов автоматизации промышленных производств и автоматизированных технологических комплексов.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия и задачи привода органов управления объектов автоматизации.</li> <li>2. Функциональная схема привода органов управления объектов автоматизации.</li> </ol>
2	Механика приводов органов управления объектов автоматизации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кинематические схемы приводов органов управления объектов автоматизации. Активные и реактивные силы и моменты.</li> <li>2. Расчетные схемы механической части электропривода.</li> <li>3. Приведение масс, движущихся вращательно.</li> <li>4. Приведение масс, движущихся поступательно.</li> <li>5. Уравнения движения и режимы работы электропривода.</li> <li>6. Структурная схема двухмассовой механической системы.</li> <li>7. Трехмассовая структурная схема механической части электропривода</li> <li>8. Структурная схема жесткого приведенного механического звена.</li> <li>9. Влияние кинематических погрешностей и зазоров в передачах электропривода.</li> <li>10. Обобщенная структурная схем механической части электропривода.</li> </ol>
3	Регулирование координат приводов органов управления объектов автоматизации.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цели и задачи регулирования координат электропривода. Основные способы регулирования координат, их показатели и характеристики.</li> <li>2. Регулирование координат электропривода. Система УП-Д, математическое описание</li> <li>3. Регулирование координат электропривода. Структурные схемы приводов.</li> <li>4. Типовые схемы электроприводов, требующих управления нескольких координат. Схема с суммирующим усилителем.</li> <li>5. Типовые схемы электроприводов, требующих управления нескольких координат. Схема с ЛПУ.</li> </ol>

		<p>6. Типовые схемы электроприводов, требующих управления нескольких координат, структура с подчиненным регулированием.</p> <p>7. Типовые схемы электроприводов, требующих управления нескольких координат. Настройка на технический оптимум.</p>
4.	<p>Особенности конструкций, электромеханические свойства, структурное представление, математическое описание приводов органов управления объектов автоматизации с различными типами исполнительных механизмов.</p>	<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-ПЧ.</p> <p>11. Асинхронный электропривод с частотным управлением. Механические характеристики при различных законах частотного регулирования.</p> <p>12. Электромеханические свойства электропривода с синхронным двигателем.</p> <p>13. Электромеханические переходные процессы электропривода с линейной механической характеристикой при скачкообразном изменении управляющего или возмущающего воздействия.</p> <p>14. Электромеханические переходные процессы электропривода при линейном изменении и экспоненциальном изменении <math>\omega_0=f(t)</math>. Особенности переходных процессов электропривода с асинхронным короткозамкнутым двигателем.</p> <p>15. Электропривод с многоскоростными асинхронными</p>

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.

24. Поликристаллические пьезоэлектрики. Пьезоэлектрический привод с регулированием по положению.

25. Пьезоэлектрики – монокристаллы. Пьезоэлектрический привод с подчиненным регулированием.

26. Особенности конструкции, структурное представление и математическое описание элементов гидроприводов и гидроавтоматики (клапаны, золотники, гидроцилиндры).

27. Особенности конструкции, структурное представление и математическое описание гидронасосов, гидродвигателей. Схемы управления гидродвигателями.

28. Особенности конструкции, электромеханические свойства, структурное представление электрогидропривода.

		<p>29. Подготовка сжатого воздуха. Компрессорный пневмопривод. Аккумуляторный пневмопривод. Типовой узел подготовки воздуха.</p> <p>30. Исполнительные пневматические устройства. Пневмодвигатели объемного и динамического действия. Схемы бесштоковых пневмодвигателей поступательного движения.</p>
5.	Энергетические характеристики и выбор мощности привода.	<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 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>16. Особенности выбора двигателя для регулируемого электропривода.</p>
6	Разомкнутые и замкнутые схемы управления приводами органов управления объектов автоматизации.	<p>1. Принципы автоматизации процессов пуска, торможения и реверсирования двигателей в разомкнутых системах управления.</p> <p>2. Типовые схемы управления двигателем постоянного тока.</p> <p>3. Типовые схемы управления асинхронным двигателем.</p> <p>4. Принципы управления электроприводом в замкнутых системах. Системы управления с общим усилителем и подчиненным регулированием координат.</p>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Регулирование момента в системе УП-Д с ООС по току.</li> <li>6. Регулирование момента в системе УП-Д с формирующей ПОС по скорости.</li> <li>7. Регулирование тока в системе Г-Д с формирующей ПОС по напряжению генератора.</li> <li>8. Схема включения и принцип работы асинхронного электропривода с импульсным регулятором в цепи выпрямленного тока ротора.</li> <li>9. Асинхронный электропривод с импульсным регулятором и рекуперацией энергии скольжения в сеть.</li> <li>10. Каскадные схемы асинхронных электроприводов. Асинхронный вентильно - машинный электрический каскад, асинхронно-вентильный каскад. Схемы включения, принцип работы, механические характеристики.</li> <li>11. Каскадные схемы асинхронных электроприводов. Асинхронный вентильно - машинный электромеханический каскад. Схемы включения, принцип работы, механические характеристики.</li> <li>12. Синтез регулятора в замкнутых СУ (внутренний контур).</li> <li>13. Синтез регулятора в замкнутых СУ (второй контур, оптимум по модулю).</li> <li>14. Синтез регулятора в замкнутых СУ (симметричный оптимум).</li> <li>15. Контур регулирования тока в системе УП-Д, оптимизированный по методу последовательной коррекции статической характеристики.</li> <li>16. Контур регулирования тока в системе УП-Д. Синтез регулятора.</li> </ol>
7	<p>Следящее и программное управление приводами органов управления объектов автоматизации.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Однофазный и трехфазный управляемый выпрямитель 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> </ol>

**5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ,  
их краткое содержание и объем  
(не предусмотрены)**

**5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий,  
расчетно-графических заданий  
(не предусмотрены)**

**5.4. Перечень контрольных работ  
(не предусмотрены)**

**6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

**6.1. 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 электроприводе/ — 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»

## **6.2. 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. Волченков, В.И. Исследование трехфазных асинхронных двигателей с фазным ротором [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. 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. Елифанов, А. П. Электропривод [Электронный ресурс] : учебник / Елифанов А. П., Малайчук Л. ., Гушинский 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) — Загл. с экрана.
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.

### 6.3. Перечень интернет ресурсов

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/elektroprivod/> – 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.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

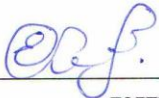
Преподавание дисциплины «Автоматизированный электропривод» осуществляется в специализированной аудитории «Лаборатория автоматизированного электропривода и электрических машин» при использовании лабораторных стендов для изучения электропривода с микропроцессорной системой управления, электропривода с сервоприводом, частотно-регулируемого привода с обратной связью, привода переменного тока для асинхронных двигателей, используя в учебном процессе для улучшения наглядности и доступности следующее оборудование и программное обеспечение:

- интерактивную доску с соответствующим программным обеспечением;
- мультимедиа и анимационный материал, поясняющее работу элементов и устройств;
- презентационное программное обеспечение для демонстрации презентаций по разнообразным темам, лицензия БГТУ;
- персональные компьютеры с операционной системой Microsoft Windows 7, 10, MSDN подписка БГТУ, офисным приложением Microsoft Office 2013, Лицензия БГТУ;
- среда математического моделирования Matlab 2014b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Statistics and Machine Learning Toolbox, 10 лиц. №362444 бессрочная
- среда математического моделирования MathWorks Individual Licenses (per License): MATLAB 2016b, Simulink, Neural Networks Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox, Control System Toolbox, 10 лиц. №1145851 бессрочная.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2016/2017 учебный год.  
Протокол № 10 заседания кафедры от «16» 05 2016г.


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

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

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений  
Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.  
Протокол № 11 заседания кафедры от «15» 05 2017г.

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


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

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.  
Протокол № 13 заседания кафедры от «01» 06 2018г.

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

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

## ПРИЛОЖЕНИЯ

**Приложение №1.** Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины (включая перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине).

Основой является модульный метод обучения, сущность которого состоит в том, что содержание обучения структурируется в автономные организационно-методические блоки – модули, содержание и объём которых могут варьировать в зависимости от дидактических целей. Сами модули формируются в виде разделов, объединяемых по тематическому признаку.

Информационные технологии предполагают использование электронных материалов, системных и программных средств. Применение персональных компьютеров при изучении дисциплины активизирует познавательную деятельность студентов в области современных информационных технологий.

Самостоятельная работа студентов предполагает активное, последовательное и подробное освоение ими соответствующих учебных материалов дисциплины по всем ее структурным разделам с использованием рекомендуемой основной и дополнительной литературы и интернет источников. При рассмотрении всех разделов дисциплины рекомендуется постоянная работа с Интернет-ресурсами, с вебинарами проводимыми на русском и английском языках. Итоговый контроль осуществляется в форме экзамена после изучения всех частей курса.