

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института  
Рубанов В.Г.  
« 15 » 05 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

**Микромашины и специальные двигатели**  
(наименование дисциплины, модуля)

направление подготовки (специальность):

**15.03.06 – Мехатроника и робототехника**  
(шифр и наименование направления бакалавриата, магистра, специальности)

Направленность программы (профиль, специализация):

**15.03.06 – Мехатроника и робототехника**  
(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 15.03.06 Мехатроника и робототехника (бакалавриат), приказ Минобрнауки России от 12 марта 2015 г. № 206

■ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015 году по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (бакалавриат).

Составитель (составители):


  
(ученая степень и звание, подпись)

(Гольцов Ю.А.)  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Техническая кибернетика  
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.

  
(ученая степень и звание, подпись)


(В.Г. Рубанов)  
(инициалы, фамилия)

« 12 » 05 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » 05 2015 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.

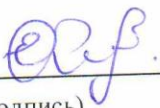
  
(ученая степень и звание, подпись)

(В.Г. Рубанов)  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 2015 г., протокол № 7

Председатель: канд. техн. наук, доц.

  
(ученая степень и звание, подпись)

(Ю.И. Солопов)  
(инициалы, фамилия)

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Профессиональные			
1	ПК-1	Способность составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><b>Знать:</b> состав, принцип работы, условия эксплуатации и технические возможности микромашин и специальных двигателей; типы подсистем мехатронных и робототехнических систем, использующих микромашины и специальные двигатели; принципы получения данных для построения математических моделей микромашин и специальных двигателей; примеры построения математических моделей узлов системы с применением микромашин и специальных двигателей.</p> <p><b>Уметь:</b> ориентироваться в вопросах практического использования микромашин и специальных двигателей; определять параметры и характеристики, правильно и рационально выбирать различные типы микромашин и специальных двигателей для конкретных электромеханических устройств с учетом назначения, условий эксплуатации и конструктивных особенностей; строить математические модели микромашин и специальных двигателей 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, использующих микромашины и специальные двигатели различных типов.</p> <p><b>Владеть:</b> теоретическими и экспериментальными методами расчета и исследования режимов работы микромашин и специальных двигателей в приводах мехатронных и робототехнических систем, практическими навыками построения элементарных и обобщенных звеньев моделируемых электромеханических, гидравлических и электрогидравлических устройств мехатронных и робототехнических систем с микромашинами и специальными двигателями в качестве исполнительных механизмов.</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	Программирование и основы алгоритмизации
4	Теоретическая механика
5	Электротехника
6	Математические основы теории управления
7	Техническая механика
8	Технические средства систем управления роботом
9	Теория автоматического управления

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Приводы мехатронных и робототехнических систем
2	Манипуляционные робототехнические системы
3	Мобильные робототехнические комплексы
4	Проектирование робототехнических систем
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 № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	34	34
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)

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1. Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 3 Семестр 5**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Электрические микромашины общепромышленного применения.</b>					
	Классификация электрических микромашин, и их роль в современной технике. Основные типы микромашин и специальных двигателей, используемые в мехатронике и в робототехнике. Общая теория однофазных и двухфазных несимметричных машин. Назначение и область применения электрических машин в приводах мехатронных и робототехнических устройств. Магнитодвижущие силы и магнитные поля двухфазных несимметричных машин с произвольным пространственным сдвигом обмоток. Метод симметричных составляющих в применении к двухфазным машинам с ортогональным сдвигом обмоток в пространстве. Уравнения напряжений. Основные технико-экономические требования, предъявляемые к электрическим микромашинам.	3		2	10
<b>2. Электромашинные усилители.</b>					
	Общие сведения и классификация. Электромашинный усилитель с самовозбуждением. Электромашинный усилитель поперечного поля. Конструкция и принцип действия. Статические и динамические характеристики электромашинного усилителя поперечного поля. Применение электромашинных усилителей.	2		2	10
<b>3. Электрические микродвигатели постоянного тока.</b>					
	Общие сведения и классификация. Исполнительные микродвигатели постоянного тока. Конструкция и принцип действия. Способы управления исполнительными микродвигателями постоянного тока. Динамические характеристики исполнительных микродвигателей постоянного тока. Универсальные коллекторные микродвигатели. Применение исполнительных микродвигателей постоянного тока. Вентильные двигатели. Бесконтактные двигатели постоянного тока. Принципы работы, схемы управления, датчик положения ротора и требования к нему, основные элементы и требования к ним, статические и динамические характеристики бесконтактных двигателей постоянного тока.	3		3	10
<b>4. Асинхронные микродвигатели.</b>					
	Исполнительные асинхронные микродвигатели. Конструкция и принцип действия. Способы	2		2	10

	управления исполнительными асинхронными микродвигателями. Динамические характеристики исполнительных асинхронных микродвигателей. Совмещенные асинхронные микродвигатели-усилители. Вспомогательные однофазные микродвигатели переменного тока. Применение исполнительных асинхронных микродвигателей.				
<b>5. Синхронные микродвигатели.</b>					
	Синхронные микродвигатели непрерывного вращения. Равномерность вращения роторов синхронных микродвигателей. Синхронные микродвигатели непрерывного вращения с пониженной угловой скоростью ротора. Синхронные шаговые микродвигатели. Применение синхронных микродвигателей.	2		3	10
<b>6. Исполнительные механизмы микроперемещений на основе пьезокерамики.</b>					
	Принцип действия, статические характеристики и динамические характеристики, структурное представление. Пьезоэлектрические двигатели. Особенности конструкций. Резонансный (ультразвуковой) пьезоэлектрический двигатель. Силовые двигатели с ограниченным диапазоном угловых и линейных перемещений. Шаговые двигатели. Цифровой пьезоэлектрический привод.	1		1	8
<b>7. Информационные электрические машины мехатронных и робототехнических устройств.</b>					
	Общие сведения об информационных электрических машинах. Классификация. Основные требования, предъявляемые к ним. Особенности конструкции. Тахогенераторы. Сельсины. Вращающиеся трансформаторы. Микротрансформаторы. Магнесины. Область применения информационных электрических машин.	3		3	10
<b>8. Общие вопросы надежности электрических микромашин.</b>					
	Надежность электрической микромашины. Количественная оценка надежности электрических микромашин. Надежность обмоток. Факторы, влияющие на долговечности изоляции. Надежность машин постоянного тока. Надежность коллекторно-щеточного узла. Статистика отказов и анализ повреждаемости. Надежность синхронных машин. Особенность получения статистических данных об отказах синхронных машин. Надежность подшипниковых узлов. Вибрация. Прочностная и усталостная надежность. Определительные испытания на надежность. Контрольные испытания на надежность. Понятие долговечности электрических микромашин. Оптимальная долговечность электрических микромашин по экономическому критерию.	1		1	6
<b>ВСЕГО:</b>		<b>34</b>		<b>17</b>	<b>74</b>

*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 практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 5				
1	Электрические микромашины общепромышленного применения.	Получение кругового вращающегося магнитного поля в несимметричных двухфазных микромашинах. Пусковые моменты несимметричных двухфазных микромашин. Схемы замещения несимметричных двухфазных микромашин. Электромагнитная мощность. Вращающий момент несимметричного двухфазного микродвигателя.	2	2
2	Электромашинные усилители.	Получение статических и динамических характеристик поперечного поля электромашинного усилителя. Построение внешних и регулировочных характеристик, оценка динамических свойств электромашинного усилителя.	2	2
3	Электрические микродвигатели постоянного тока.	Исследование исполнительного микродвигателя постоянного тока при якорном и полюсном управлении. Построение механических и регулировочных характеристик. Анализ динамических характеристик микродвигатели постоянного тока. Исследование упрощенной принципиальной схемы бесконтактного двигателя постоянного тока.	3	3
4	Асинхронные микродвигатели.	Получение механической характеристики однофазного асинхронного двигателя. Свойства фазосдвигающих элементов. Построение диаграммы токов двухфазного двигателя с различными фазосдвигающими элементами. Круговая диаграмма пусковых токов асинхронного двигателя с пусковым конденсатором. Исследование различных схем включения асинхронных микродвигателей. Способы управления.	2	2
5	Синхронные микродвигатели.	Исследование режимов работы шаговых двигателей. Определение основных параметров шаговых двигателей частоты собственных круговых колебаний, электромагнитных постоянных времени, коэффициента внутреннего демпфирования, предельных механических и динамических характеристик.	3	3
6	Исполнительные	Исследование пьезоэлектрических	1	1

	механизмы микроперемещений на основе пьезокерамики.	материалов. Изучение конструкции, принципа действия, особенностей применения пьезоэлектрических микродвигателей. Способы управления.		
7	Информационные электрические машины мехатронных и робототехнических устройств.	Погрешности асинхронного тахогенератора. Калибровка асинхронного тахогенератора Исследование работы сельсинов в индикаторном и трансформаторном режимах. Погрешности поворотных трансформаторов. Симметрирование синусо-косинусных поворотных трансформаторов.	3	3
8	Общие вопросы надежности электрических микромашин.	Классификация отказов. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Частота отказов. Среднее время безотказной работы. Среднее время восстановления. Характерные отказы основных частей микромашин. Статистика отказов и анализ повреждаемости. Надежность изоляции электрических микромашин.	1	1
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	Электрические микромашины общепромышленного применения.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение и область применения электрических машин в приводах мехатронных и робототехнических устройств. Требования, предъявляемые к исполнительным микродвигателям.</li> <li>2. Классификация электрических микромашин. Основные типы микромашин и специальных двигателей, используемые в мехатронике и в робототехнике.</li> <li>3. Магнитодвижущие силы и магнитные поля двухфазных несимметричных машин с произвольным пространственным сдвигом обмоток.</li> <li>4. Метод симметричных составляющих в применении к двухфазным машинам с ортогональным сдвигом обмоток в пространстве. Уравнения напряжений.</li> <li>5. Получение кругового вращающегося магнитного поля. Эллиптическое поле.</li> </ol>
2	Электромашинные	1. Электромашинные усилители. Общие сведения и



	усилители.	<p>классификация. Условия применения.</p> <p>2. Электромашинный усилитель с самовозбуждением. Конструкция и принцип действия.</p> <p>3. Электромашинный усилитель поперечного поля. Конструкция и принцип действия.</p> <p>4. Статические и динамические характеристики электромашинного усилителя поперечного поля.</p> <p>5. Применение электромашинных усилителей. Преимущества и недостатки электромашинных усилителей</p>
3	Электрические микродвигатели постоянного тока.	<p>1. Исполнительные микродвигатели постоянного тока. Конструкция и принцип действия. Конструктивные особенности.</p> <p>2. Коммутация в коллекторных машинах постоянного тока.</p> <p>3. Тихоходные микродвигатели. Устройство и принцип действия. Механические и рабочие характеристики.</p> <p>4. Коллекторные микродвигатели. Особенности конструкции, принцип действия. Механические и рабочие характеристики.</p> <p>5. Способы управления исполнительными микродвигателями постоянного тока.</p> <p>6. Динамические характеристики микродвигателей постоянного тока.</p> <p>7. Вентильные двигатели. Особенности конструкции, принцип действия. Механические и рабочие характеристики.</p> <p>8. Бесконтактные двигатели постоянного тока. Особенности конструкции, принцип действия.</p> <p>9. Бесконтактные двигатели постоянного тока. Основные элементы конструкции и требования к ним, статические и динамические характеристики.</p> <p>10. Схемы управления бесконтактными двигателями постоянного тока.</p>
4	Асинхронные микродвигатели.	<p>1. Исполнительные асинхронные микродвигатели. Конструкция и принцип действия. Конструктивные особенности.</p> <p>2. Основные уравнения и схемы замещения однофазного асинхронного микродвигателя.</p> <p>3. Исполнительный двигатель с амплитудным управлением. Механические характеристики. Регулировочные характеристики.</p> <p>4. Мощности управления и возбуждения асинхронного микродвигателя. Механическая мощность.</p> <p>5. Асинхронные двигатели с пусковыми элементами. Особенности конструкции.</p> <p>6. Асинхронный конденсаторный двигатель с пусковым и рабочим конденсаторами.</p> <p>7. Универсальные асинхронные микродвигатели. Схемы включения в однофазную сеть. Уравнения токов.</p> <p>8. Асинхронные двигатели с экранированными полюсами.</p> <p>9. Линейные асинхронные двигатели. Сравнение характеристик.</p>

5	Синхронные микродвигатели.	<p>1. Классификация синхронных микродвигателей, особенности конструкции, режимы работы и области их применения.</p> <p>2. Общая теория синхронных микродвигателей. Электромагнитный момент.</p> <p>3. Синхронные микродвигатели с постоянными магнитами. Особенности их конструкции, принцип действия. Механические и рабочие характеристики.</p> <p>4. Синхронные реактивные микродвигатели. Особенности их конструкции, принцип действия. Механические и рабочие характеристики.</p> <p>5. Синхронные гистерезисные микродвигатели. Устройство, принцип действия. Механические и рабочие характеристики.</p> <p>6. Шаговые двигатели. Устройство, принцип действия. Механические и рабочие характеристики.</p> <p>7. Двигатели с катящимся и гибким волновым ротором. Особенности конструкции, принцип действия. Механические и рабочие характеристики.</p> <p>8. Многополюсные синхронные микродвигатели. Особенности конструкции, принцип действия. Механические и рабочие характеристики.</p>
6.	Исполнительные механизмы микроперемещений на основе пьезокерамики.	<p>1. Пьезоэлементы. Пьезокерамические актюаторы. Пакетная конструкция. Биморфная конструкция.</p> <p>2. Пьезоэлектрические материалы. Пьезоэлектрики – монокристаллы. Пьезоэлектрические двигатели. Особенности конструкций.</p> <p>3. Поликристаллические пьезоэлектрики. Пьезоэлементы. Резонансный (ультразвуковой) пьезоэлектрический двигатель.</p> <p>4. Явление пьезоэлектрического эффекта. Пьезоэлектрические материалы. Силовые двигатели с ограниченным диапазоном угловых и линейных перемещений.</p> <p>5. Пьезоэлектрики – монокристаллы. Пьезоэлементы. Шаговые двигатели. Цифровой пьезоэлектрический привод.</p> <p>6. Поликристаллические пьезоэлектрики. Пьезоэлектрический привод с регулированием по положению.</p> <p>7. Пьезоэлектрики – монокристаллы. Пьезоэлектрический привод с подчиненным регулированием.</p>
7.	Информационные электрические машины мехатронных и робототехнических устройств.	<p>1. Тахогенераторы. Общие сведения и классификация. Тахогенераторы постоянного тока.</p> <p>2. Асинхронные тахогенераторы переменного тока. Синхронные тахогенераторы.</p> <p>3. Динамические характеристики тахогенераторов. Применение тахогенераторов</p> <p>4. Сельсины. Общие сведения и классификация. Конструкция однофазных сельсинов. Индикаторный</p>

		<p>режим работы сельсинов. Трансформаторный режим работы сельсинов.</p> <p>5. Схема индикаторной передачи с дифференциальным сельсином. Схема индикаторной передачи с усилением момента. Применение сельсинов.</p> <p>6. Вращающиеся трансформаторы. Общие сведения и классификация. Конструкция вращающихся трансформаторов.</p> <p>7. Синусно-косинусные вращающиеся трансформаторы. Симметрирование вращающихся трансформаторов.</p> <p>8. Вращающиеся трансформаторы: линейный, масштабный, преобразователь координат и фазовращатель.</p> <p>9. Вращающиеся трансформаторы в системах дистанционной передачи углового перемещения повышенной.</p> <p>10. Погрешности вращающихся трансформаторов. Применение вращающихся трансформаторов.</p>
8	Общие вопросы надежности электрических микромашин.	<p>1. Понятие надежности электрической микромашины. Основные характеристики надежности. Статистика отказов и анализ повреждаемости.</p> <p>2. Классификация отказов. Характерные отказы основных частей микромашин.</p> <p>3. Количественная оценка надежности электрических микромашин. Вероятность безотказной работы. Интенсивность отказов. Частота отказов. Среднее время безотказной работы. Среднее время восстановления.</p> <p>4. Надежность изоляции электрических микромашин. Факторы, влияющие на долговечности изоляции.</p> <p>5. Надежность машин постоянного тока. Статистика отказов и анализ повреждаемости.</p> <p>6. Надежность синхронных машин. Особенность получения статистических данных об отказах синхронных машин.</p> <p>7. Надежность механических узлов. Надежность подшипниковых узлов. Вибрация. Прочностная и усталостная надежность.</p> <p>8. Понятие долговечности электрических микромашин. Оптимальная долговечность электрических микромашин по экономическому критерию.</p>

**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. Гомберг Б.Н. Электрические двигатели небольшой мощности. Специальные вопросы технологии производства [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Гомберг Б.Н., Нагайцев В.И., Чепурнов Е.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2014.— 528 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33218>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Игнатович В.М. Электрические машины и трансформаторы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Игнатович В.М., Ройз Ш.С.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2013.— 182 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34738>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Мещеряков В.Н. Синхронные машины [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мещеряков В.Н., Шишлин Д.И.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 105 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22934>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Мещеряков В.Н. Синхронные машины. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мещеряков В.Н., Шишлин Д.И.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 53 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55155>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Шерстняков Ю.Г. Основы электромеханики. Машины постоянного тока [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шерстняков Ю.Г., Стрелков Б.В., Роднов Н.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 48 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31148>.— ЭБС «IPRbooks»
6. 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»
7. Электрические машины. Часть 1 [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам по электротехнике/ — Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010.— 77 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16078>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Электрические машины. Часть II. Синхронные машины [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам по курсу «Электрические машины» для студентов 3 и 4 курсов/ — Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 52 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45194>.— ЭБС «IPRbooks»
9. 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»
10. 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»

## **6.2. Перечень дополнительной литературы**

1. Кузнецов Н.Л. Надежность электрических машин [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов/ Кузнецов Н.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2006.— 431 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33148>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Суворин А.В. Современный справочник электрика [Электронный ресурс]/ Суворин А.В.— Электрон. текстовые данные.— Ростов-на-Дону: Феникс, 2014.— 510 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59438>.— ЭБС «IPRbooks»
3. 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»
4. Исаев Ю.Н. Практика использования системы MathCad в расчетах электрических и магнитных цепей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Исаев Ю.Н., Купцов А.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС,

- 2013.— 180 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26925>.— ЭБС «IPRbooks»
5. 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), <http://www.iprbookshop.ru/31009>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Митрофанов С.В. Испытания и надежность электрических машин [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ/ Митрофанов С.В., Падеев А.С.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005.— 45 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/51517>.— ЭБС «IPRbooks»
7. Кузнецов Н.Л. Сборник задач по надежности электрических машин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кузнецов Н.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2008.— 408 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33098>.— ЭБС «IPRbooks»
8. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. Том 1 [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Иванов-Смоленский А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2006.— 653 с.— Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8129> , <http://www.iprbookshop.ru/33203>.— ЭБС «IPRbooks»
9. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. Том 2 [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Иванов-Смоленский А.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2006.— 533 с.— Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/8130> , <http://www.iprbookshop.ru/33204>.— ЭБС «IPRbooks»
10. Парамонова В.И. Электрические машины [Электронный ресурс]: сборник задач/ Парамонова В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2015.— 72 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46905>.— ЭБС «IPRbooks»
11. Электрические машины и микромашины: учебник / Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович, В. С. Хвостов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Высшая школа, 1990. - 527 с.
12. Арменский, Е. В. Электрические микромашины : учеб. пособие / Е. В. Арменский, Г. Б. Фалк. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Высшая школа, 1985. - 231 с.
13. Брускин, Д. Э. Электрические машины: в 2-х ч.: учеб. для электротехн. специальностей вузов / А. Е. Зорохович, В. С. Хвостов ; Д.Э. Брускин. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Высшая школа. Ч. 1. - 1987. - 319 с.

14. Брускин, Д. Э. Электрические машины: в 2-х ч.: учеб. для электротехн. специальностей вузов / Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович, В. С. Хвостов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Высшая школа. Ч. 2. - 1987. - 336 с.
15. Подлипенский, В. С. Электромагнитные и электромашинные устройства автоматики: учебник / В. С. Подлипенский, В. Н. Петренко. - Киев: Вища школа, 1987. - 592 с.
16. Радин, В. И. Электрические машины: Асинхронные машины : учебник / В. И. Радин, Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович ; ред. И. П. Копылов. - Москва: Высшая школа, 1988. - 328 с.
17. Кацман, М. М. Электрические машины : учебник / М. М. Кацман. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва: Высшая школа, 1990. - 463 с.
18. Кацман, М. М. Сборник задач по электрическим машинам. : учеб. пособие / М. М. Кацман. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2007.
19. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу : учеб. пособие / М. М. Кацман. - 2-е изд., испр. - Москва: Высшая школа, 2001. - 214 с.
20. Иванов-Смоленский, А. В. Электрические машины в 2 т.: учебник / А. В. Иванов-Смоленский. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Издательство МЭИ, 2004. Т.1. - 2004. - 651 с.
21. Иванов-Смоленский, А. В. Электрические машины: в 2 т.: учебник / А. В. Иванов-Смоленский. - 2-е изд, перераб. и доп. - Москва: Издательство МЭИ, 2004. Т.2. - 2004. - 531 с.
22. Епифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов. - Санкт-Петербург: Лань, 2006. - 263 с.
23. Хвостов, В. С. Электрические машины. Машины постоянного тока: учебник / В. С. Хвостов; ред. И. П. Копылов. - Москва: Высшая школа, 1988. - 336 с.
24. Вольдек, А. И. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - Санкт-Петербург: ПИТЕР, 2008, 2010. - 349 с.
25. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы: учебник / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - Санкт-Петербург: ПИТЕР, 2008. - 319 с.
26. 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
27. Руководство к лабораторным работам по электрическим машинам и электроприводу : учеб. пособие / М. М. Кацман. - 2-е изд., испр. - Москва: Высшая школа, 2001. - 214 с.
28. 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.

29. 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://stanok-online.ru/literatura/elektrodivigately/> – Станок online. Литература по электродвигателям.
2. <http://www.toroid.ru/elm.html> – ТОРОИД. Книги по теме "Электрические машины"
3. [http://bamper.info/katalog/23-elektricheskie\\_mashiny](http://bamper.info/katalog/23-elektricheskie_mashiny) Библиотека технической литературы. Электрические машины
4. [http://www.studmed.ru/bruskin-de-zorohovich-ae-hvostov-bc-elektricheskie-mashiny-i-mikromashiny\\_b87832abc3b.html](http://www.studmed.ru/bruskin-de-zorohovich-ae-hvostov-bc-elektricheskie-mashiny-i-mikromashiny_b87832abc3b.html) studmed.ru.Электронная студенческая библиотека. Электрические машины и микромашины.
5. [http://servomotors.ru/documentation/electromechanical\\_automation\\_devices/book/about.html](http://servomotors.ru/documentation/electromechanical_automation_devices/book/about.html) Сервомоторы. Электронное методическое пособие "Электромеханические устройства автоматики"
6. <http://www.toehelp.ru/theory/electromach/contents.html> Электронный курс лекций. Электрические микромашины
7. <http://elmech.mpei.ac.ru/em/index.html> Учебно-методический комплекс "Электрические машины"
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 «Микромашины и специальные двигатели» осуществляется в специализированной аудитории «Лаборатория автоматизированного электропривода и электрических машин» при использовании лабораторных стендов для изучения электродвигателей постоянного и переменного тока, серводвигателей, шаговых и специальных 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 дифференцированного зачета после изучения всех частей курса.