

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. Х.М. БЕРБЕКОВА (КБГУ)»**

**Институт информатики, электроники и робототехники**

**Кафедра «Мехатроника и робототехника»**

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель образовательной  
программы

\_\_\_\_\_ Х.М. Сенов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ИИЭ и Р

\_\_\_\_\_ Б.В. Шогенов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.07.10 «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ГИДРАДИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ  
МЕХАТРОННЫХ И РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

Направление подготовки

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Профиль подготовки

**Промышленная робототехника и робототехнические системы**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Нальчик 2024

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины *базовой части блока 1 студентам очной формы обучения по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника в 5, 6 семестрах.*

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» августа 2020 г. № 1046

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	4
3	Требования к результатам освоения содержания дисциплины.....	4
4	Содержание и структура дисциплины (модуля).....	6
5	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	10
6	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.....	18
7	Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	21
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	22
9	Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	

## **1. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Целью** преподавания дисциплины является изучение основ построения, работы электрических и гидравлических приводов мехатронных (М) и робототехнических систем (РТС); принципов реализации устройств преобразования электрической энергии и энергии потока жидкости, познание современных методов управления выходными параметрами мехатронных (электромеханических) систем (с электрическими исполнительными машинами постоянного и переменного тока, с гидроусилителями и гидродвигателями), приобретение студентами знаний об основных разновидностях и формируемых характеристиках мехатронных и робототехнических систем на базе указанных движителей, областях их применений и концепции построений, структуре и принципах интеграции электрических и гидравлических приводов и систем (на их основе) в различные управляемые мехатронные и робототехнические объекты.

**Задачи дисциплины** – формирование у студентов базовых понятий и терминологии, теоретических основ и фундаментальных знаний в области построения электрических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических систем; развитие общего представления о современных системах управления ими, методах анализа и способах синтеза процессов управления электрическими и гидравлическими приводами мехатронных и робототехнических систем с применением компьютерных технологий, опирающихся на прикладные пакеты программ для математического моделирования электроприводов и гидроприводов мехатронных и робототехнических систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств» относится к обязательной части обязательных дисциплин Б1.О.06.10.

Изучение дисциплины базируется на фундаментальных знаниях в области математики, физики, информатики, электротехники и электроники, основ мехатроники и робототехники, микропроцессорной техники в мехатронике и робототехнике и является базой для изучения последующих дисциплин «Проектирование роботов и РТС», «Моделирование роботов и РТС», «Оборудование автоматизированных производств», «Информационные устройства роботов и РТС» и других.

Приступая к изучению дисциплины, студент должен знать основные законы физики, механики, электротехники, уметь владеть персональным компьютером на уровне пользователя, осуществлять поиск необходимой информации в глобальных сетях, владеть методами систематизации необходимой информации.

## **3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПП ВО по данному направлению подготовки:

Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем; ОПК-11.

Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы расчетов и проектирования электрических и гидравлических приводов мехатронных и робототехнических устройств ОПК-11.2.

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

**Знать:**

- Основные способы и средства самостоятельного получения информации о видах энергии, путях её преобразования и применения в приводах мехатронных и робототехнических систем М и РТС (31);
- основные понятия, определения в области электрических и гидравлических приводов (М и РТС) (32);;
- принципы построения и классификацию электрических и гидравлических приводов М и РТС (33);;
- основные конструкторские приемы проектирования электрических и гидравлических приводов (модулей) М и РТС (34);;
- статические и динамические характеристики электрических и гидравлических приводов М и РТС (35);

**Уметь:**

- Работать со всеми видами и источниками информации с целью изучения принципа работы, особенностей преобразования энергии и конструктивных исполнений электромеханических преобразователей: двигателей постоянного тока (ДПТ); 2-х, 3-х фазных асинхронных (АД) и синхронных двигателей (СД) переменного тока и др (У1).
- Читать и понимать структурные схемы электро- и гидроприводов, представлять физические основы работы и принципы построения приводов для М и РТС (У2)..
- Проводить анализ особенностей построения (компоновки) структурных и принципиальных схем современных электро- и гидроприводов М и РТС, выполнять расчеты по определению параметров приводов; обосновывать требования к приводам и находить решения (У3).;
- Решать типовые задачи, выполнять расчеты узлов электрических и гидравлических приводов (модулей) М и РТС (У4)..

**Владеть:**

- навыками самостоятельного получения и восприятия информации в области электро- и гидроприводов М и РТС, культурой мышления, способностью анализа физических процессов преобразования электрической энергии и энергии движущейся жидкости в устройствах (модулях) электрических и гидравлических приводов М и РТС (В1);
- методиками расчета и экспериментального определения параметров электроприводов и гидроприводов, инженерными приемами конструирования узлов и модулей приводов М и РТС (В2);
- методиками расчета и экспериментального определения параметров электрических и гидравлических приводов М и РТС, инженерными приемами конструирования узлов электрических и гидравлических приводов с применением программных средств автоматизированного проектирования и моделирования (В3);;
- основными понятиями, терминами, определениями в области электрических и гидравлических приводов М и РТС, методами расчета этих приводов (В4);;

## **4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Содержание разделов дисциплины**

№ разд.	Наименование раздела	Содержание раздела	Формируемая компетенция (часть компетенции)	Форма текущего контроля
---------	----------------------	--------------------	---	-------------------------

1.	Общие сведения об электроприводе мехатронных и робототехнических систем.	Понятие «Приводы мехатронных и робототехнических систем». Назначение и классификация электроприводов. Структурная схема электропривода. Краткая история развития электропривода, его роль в мехатронике и робототехнике.	ОПК-11.2	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене.
2.	Электроприводы мехатронных и робототехнических систем на базе машины постоянного тока (МПТ).	Физические процессы в электроприводах на базе машин постоянного тока. Назначение, принцип действия и особенности машин постоянного тока. Устройство обмотки якоря. Электродвижущая сила якоря. Электромашинный момент МПТ. Работа МПТ в режиме генератора. Работа МПТ в режиме двигателя. Схема включения и статические характеристики машин двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Регулирование переменных электропривода с помощью резисторов в цепи якоря. Расчет пусковых и регулировочных резисторов. Регулирование скорости двигателя изменением магнитного потока.	ОПК-11.2	Тестирование, задачи для практического занятия, лабораторная работа, вопросы на зачете, вопросы на экзамене.
3.	Электроприводы мехатронных и робототехнических систем на базе короткозамкнутого асинхронного двигателя (АД).	Назначение, устройство и принцип действия асинхронного двигателя. Электродвижущие силы обмоток статора и ротора. Сопротивление обмотки ротора. Эквивалентная схема фазы обмотки ротора. Эквивалентная схема замещения. Векторная диаграмма. Энергетическая диаграмма. Зависимость вращающего момента от скольжения и механическая характеристика двигателя. Пуск асинхронного двигателя. Регулирование частоты вращения. Однофазные асинхронные двигатели.	ОПК-11.2	Тестирование, задачи для практического занятия, лабораторная работа, вопросы на зачете, вопросы на экзамене.
4.	Электроприводы мехатронных и робототехнических систем на базе синхронного двигателя	Назначение, устройство и принцип действия синхронного двигателя. Работа синхронной машины в режиме автономного генератора. Схема замещения обмотки якоря синхронного генератора. Мощность и электромагнитный момент. Подключение трехфазной синхронной машины к электрической сети. Синхронный двигатель.	ОПК-11.2	Тестирование, задачи для практического занятия, лабораторная работа, вопросы на зачете, вопросы на экзамене.

		Синхронные микродвигатели (гистерезисный, реактивный и шаговый двигатели). Электропривод с вентильным двигателем		
5.	Механика электропривода мехатронных и робототехнических систем	Уравнения движения электропривода. Уравнение движения электропривода. Расчетные схемы механической части электропривода. Одномассовая схема. Многомассовые расчетные схемы. Установившееся движение электропривода и его устойчивость. Неустановившееся движение электропривода при постоянном динамическом моменте. Неустановившееся движение электропривода при линейных механических характеристиках двигателя и исполнительного органа.	ОПК-11.2	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене.
6.	Регулирование переменных электропривода мехатронных и робототехнических систем	Регулирование скорости движения. Регулирование момента и тока двигателей. Регулирование положения. Структуры электроприводов, применяемые при регулировании координат.	ОПК-11.2	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене.
7.	Замкнутые схемы управления электроприводом мехатронных и робототехнических систем	Особенности разомкнутых и замкнутых систем управления электроприводом. Схемы замкнутых структур электропривода. Технические средства замкнутых схем управления.	ОПК-11.2	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене.
8.	Гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем	Принципы работы гидроприводов М и РТС, рабочие среды и их влияние на показатели приводов. Физические основы работы гидравлического привода объемного действия. Источники питания гидравлических приводов. Исполнительные двигатели гидроприводов М и РТС.	ОПК-11.2	Тестирование, задачи для практического занятия, вопросы на зачете, вопросы на экзамене.

## 4.2. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единицы (252 часа)

Вид работы	5 семестр	6 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>144</b>	<b>252</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>68</b>	<b>60</b>	<b>128</b>
<i>Лекции (Л)</i>	34	30	64
<i>Лабораторные занятия (ЛР)</i>		15	15
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	34	15	49
<b>Самостоятельная работа, в том числе контактная:</b>	<b>31</b>	<b>57</b>	<b>88</b>
Расчетно-графическая работа (РГР)	6	13	19
Самостоятельное изучение разделов	10	14	24
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	15	30	45
<b>Контроль (подготовка и сдача экзамена)</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>36</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	зачет	экзамен	

## 4.3 Лекционные занятия

№	Темы
1.	Общие сведения об электроприводе мехатронных и робототехнических систем.
2.	Электроприводы мехатронных и робототехнических систем на базе машины постоянного тока (МПТ).
3.	Электроприводы мехатронных и робототехнических систем на базе короткозамкнутого асинхронного двигателя (АД).
4.	Электроприводы мехатронных и робототехнических систем на базе синхронного двигателя
5.	Механика электропривода мехатронных и робототехнических систем
6.	Регулирование переменных электропривода мехатронных и робототехнических систем
7.	Замкнутые схемы управления электроприводом мехатронных и робототехнических систем
8.	Гидравлические приводы мехатронных и робототехнических систем



#### 4.4. Лабораторные занятия

##### 4.4 Лабораторные занятия

№	Темы занятий
1.	Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
2.	Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
3.	Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения.
4.	Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения.
5.	Исследование способов пуска трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором.
6.	Исследование трехфазного двигателя с фазным ротором.
7.	Исследование трехфазного синхронного двигателя.
8.	Исследование трехфазного синхронного генератора.

#### 4.5 Практические занятия

№	Тема
1	Расчет характеристик привода на базе машины постоянного тока (МПТ)..
2	Расчет характеристик привода на базе асинхронного двигателя (АД). .
3	Расчет характеристик привода на базе синхронного двигателя.
4	Уравнение движения электропривода мехатронных и робототехнических систем. Расчетные схемы механической части электропривода.

#### 4.6. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена.

#### 4.7 Расчетная работа

Студенты в 5 семестре выполняют расчетную работу по теме «Расчет и построение естественных характеристик двигателя независимого возбуждения на основе номинальных данных».

В 6 семестре выполняют расчетную работу по теме «Расчет и построение зависимости угловой скорости двигателя постоянного тока от времени (переходная характеристика) по известным значениям момента двигателя, момента сопротивления и момента инерции».

Студенты получают индивидуальные задания по вариантам.

#### 4.8 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ №	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Работа машин постоянного тока в режиме генератора. Особенности генераторного режима. Основные расчетные соотношения.
2.	Сопротивление обмотки ротора, эквивалентная схема фазы обмотки ротора, эквивалентная схема замещения, энергетическая диаграмма электропривода на базе АД.
3.	Работа синхронных машин в режиме генератора. Особенности

	генераторного режима. Основные расчетные соотношения.
4.	Механика электропривода мехатронных и робототехнических систем. Определение приведенного момента инерции и момента нагрузки. Переходные характеристики.
5.	Современные исполнительные двигатели электроприводов мехатронных и робототехнических систем.
6.	Регулирование переменных электропривода, его структуры и элементная база. Особенности регулирования скорости, момента, тока.
7.	Взаимосвязанный электропривод. Электропривод с механическим соединением валов, с механическим дифференциалом, с электрическим валом.
8.	Электропривод со специальными свойствами. Следящий электропривод, электропривод с программным управлением, электропривод с адаптивным управлением.
9.	Энергетика электроприводов. Потери мощности и энергии в различных элементах электропривода.
10.	Элементы проектирования электроприводов. Расчет мощности и выбор двигателя.

## 5 Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 5.1. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой аттестации обучающихся по ОП ВО В КБГУ. Сведения об организации работы по этой системе приведены в таблице.

№	Контрольные мероприятия	Макс. балл (распред.)
5 семестр		
1	Посещение занятий	10 (3+3+4)
2	Коллоквиум	18 (6+6+6)
3	Тестирование	18 (6+6+6)
4	Выполнение расчетной работы и защита лабораторных работ	24(8+8+8)
Итого		70
6 семестр		
1	Посещение занятий	10 (3+3+4)
2	Решение задач на практических занятиях и выполнение расчетной работы	24 (8+8+8)
3	Тестирование	18 (6+6+6)
4	Защита лабораторных работ	18 (6+6+6)
Итого		70

### Коллоквиумы

Коллоквиумы проводятся в 5 семестре по вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию. При этом на каждый из трех рубежных контрольных мероприятия выносятся одна треть вопросов из общего их числа к зачету. Подготовка к коллоквиуму осуществляется

по материалам лекций, лабораторных работ и основной и дополнительной литературы, рекомендуемой по дисциплине.

### Тесты

Для текущего контроля успешности обучения используются разработанные на кафедре аттестационные педагогические измерительные материалы (тестовые задания).

I:

S: Для чего применяются электроприводы мехатронных и робототехнических устройств?

- +: для приведения в движение исполнительных и рабочих органов мехатронных и робототехнических устройств
- : для преобразования тепловой энергии мехатронных и робототехнических устройств
- : для использования энергии атома в электростанциях
- : для приведения в движение турбины генератора

I:

S: Для чего нужен электродвигатель в электроприводе?

- : для выработки электрической энергии
- : для выработки атомной энергии
- +: для преобразования электрической энергии в механическую
- : для преобразования механической энергии в тепловую

I:

S: Что входит в состав электропривода?

- : электропривод состоит из электродвигателя, привода исполнительного механизма и преобразователя тепловой энергии
- +: электропривод состоит из электродвигателя, механической системы передачи и системы управления
- : электропривод состоит из электродвигателя, преобразователя и генератора
- : электропривод состоит из электродвигателя, преобразователя и системы взаимодействия

I:

S: Электропривод преобразовывает

- : механическую энергию в электрическую
- : механическую энергию в тепловую
- : механическую энергию в пневматическую
- +: электрическую энергию в механическую энергию

I:

S: Виды приводов, наиболее часто используемых в мехатронике и робототехнике

- : электрические, тепловые и атомные
- : атомные, тепловые и теплогенераторные
- +: электрические, гидравлические и пневматические
- : гидравлические, гидростатические и пневмостатические

I:

S: Пневматические приводы используют

- : энергию движущиеся жидкости
- +: энергию сжатого газа
- : электрическую энергию
- : тепловую энергию нагретого тела

I:

S: Гидравлические приводы используют

- +: энергию движущейся жидкости
- : энергию сжатого газа
- : электрическую энергию
- : тепловую энергию нагретого тела

I:

S: Электрические приводы используют

- : энергию движущейся жидкости
- : энергию сжатого газа
- +: электрическую энергию
- : тепловую энергию нагретого тела

I:

S: Для чего предназначена система управления (СУ) электроприводом?

- : СУ предназначена для выработки электрической энергии и ее передачи
- +: СУ предназначена для выработки сигнала управления, задающего характер движения исполнительного органа
- : СУ предназначена для выработки и преобразования перемещения в электрический сигнал
- : СУ автоматически вырабатывает пневматическую энергию для перемещения робота

I:

S: Для чего предназначена механическая передача (МП) электропривода?

- +: МП предназначена для передачи механической энергии от электрического двигателя к исполнительному органу рабочего органа
- : МП предназначена для передачи электрической энергии от двигателя к генератору
- : МП предназначена для передачи электрической энергии двигателя в пневматической системе
- : МП предназначена для передачи электрической энергии двигателя в гидравлической системе

I:

S: Неавтоматизированный электропривод (ЭП):

- : это ЭП, где все операции выполняются автоматически
- : это ЭП, где все операции выполняются автономно
- +: это ЭП, где все операции по управлению выполняет оператор
- : это ЭП по выработке электрической энергии

I:

S: Автоматизированный электропривод (ЭП):

- +: это ЭП, где все или часть операций по управлению выполняются устройством управления
- : это ЭП, где все операции выполняются человеком
- : это ЭП, где все операции по управлению выполняет оператор
- : это ЭП по выработке электрической энергии

I:

S: Следящие электроприводы (ЭП):

- : это ЭП, который самопроизвольно перемещается в свободном пространстве
- : это ЭП, предназначенный для свободного взаимодействия с окружающей средой
- : это ЭП, предназначенный для удовлетворения потребности рабочей машины
- +: это ЭП, обеспечивающие перемещение рабочих органов машины в соответствии с произвольно изменяющимся входным задающим сигналом

I:

S: Электропривод (ЭП) с программным управлением

- : это ЭП, обеспечивающие перемещение рабочих органов машины в соответствии с произвольно изменяющимся входным задающим сигналом
- +: это ЭП, обеспечивающие перемещение рабочих органов машины в соответствии с заданной программой
- : это ЭП, который самопроизвольно перемещается в свободном пространстве
- : это ЭП, предназначенный для свободного взаимодействия с окружающей средой

I:

S: Адаптивные электроприводы (ЭП)

- +: это ЭП, автоматически избирающие структуру и параметры своей системы управления при изменении возмущающих воздействий
- : это ЭП, обеспечивающие перемещение рабочих органов машины в соответствии с заданной программой
- : это ЭП, который самопроизвольно перемещается в свободном пространстве
- : это ЭП, предназначенный для свободного взаимодействия с окружающей средой

I:

S: Электропривод (ЭП) постоянного тока

- : ЭП, который постоянно использует внешнюю энергию
- : ЭП, который постоянно перемещается в пространстве и во времени
- +: ЭП, который содержит двигатель постоянного тока
- : ЭП, который постоянно вращается с одной и той же скоростью

### **Расчетная работа**

Студенты в 5 семестре выполняют расчетную работу по теме «Расчет и построение естественных характеристик двигателя независимого возбуждения на основе номинальных данных».

*Пример индивидуального задания*

Рассчитать и построить естественные характеристики двигателя независимого возбуждения на основе номинальных данных: номинальная мощность двигателя  $P_{\text{ном}}$  (кВт), напряжение –  $U$  (В); число оборотов  $n$  (об/мин); номинальный ток –  $I$  (А).

В 6 семестре выполняют расчетную работу по теме «Расчет и построение зависимости угловой скорости двигателя постоянного тока от времени (переходная характеристика) по известным значениям момента двигателя, момента сопротивления и момента инерции».

*Пример индивидуального задания*

Рассчитать и построить зависимость угловой скорости двигателя постоянного тока от времени (переходная характеристика) на основе исходных данных: момент двигателя –  $M$  (Н\*м), момента сопротивления –  $M_c$  (Н\*м), и момента инерции –  $J$  (кг\*м<sup>2</sup>).

### **Примеры задач для практических занятий:**

Задачи решаются на практических занятиях и на контрольных работах в рамках балльно-рейтинговых мероприятий. В рамках текущего контроля студент может набрать 24 балла за решение задач и выполнение расчетной работы. Баллы проставляются в зависимости от процента выполнения задачи. Типовые задачи приводятся ниже.

Задача 1. На провод обмотки якоря электродвигателя при прохождении в нем тока 20 а действует электромагнитная сила 1 н.

Определить величину магнитной индукции в месте расположения провода в данный момент, если его длина 20 см.

Задача 2. Рамка магнитоэлектрического гальванометра имеет обмотку из 30 витков и расположена в радиальном магнитном поле, индукция которого составляет 0,3 тл. При токе в обмотке 0,001 а рамка повернулась на угол  $90^\circ$ .

Определить удельный противодействующий момент пружины, если высота рамки  $h = 4$  см и ширина  $b = 2$  см (рис. 1).

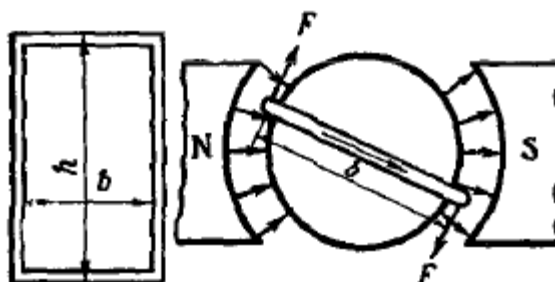


Рис. 1

Задача 3. Прямоугольная рамка (рис. 2) шириной, равной диаметру якоря  $D = 0,2$  м, и длиной  $l = 0,3$  м равномерно вращается в магнитном поле со скоростью 3000 об/мин. Максимальная магнитная индукция в воздушном зазоре  $B_{\max} = 1$  тл. Определить наибольшее значение э. д. с., индуцируемой в контуре рамки.

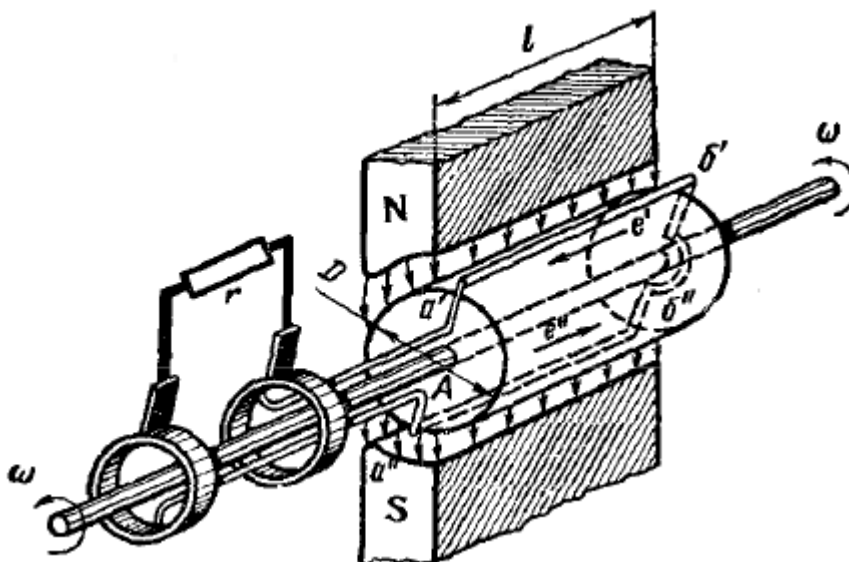


Рис. 2

Задача 4. В цепь якоря электродвигателя на время пуска при включении на напряжение 220 в был введен пусковой реостат, сопротивление которого равно 2,5 ом. Начальное значение пускового тока составило при этом 78 а, что в 1,5 раза превышает номинальный ток.

Определить сопротивление обмотки якоря электродвигателя, а также ток, который возник бы в цепи якоря при отсутствии в ней пускового реостата. Чему равна противо э. д. с. при номинальном режиме?

#### Задания к лабораторным работам

Лабораторные работы выполняются на стенде НТЦ-06.23 «Электрические машины». К лабораторным работам имеются методические указания по выполнению работы.

По каждой работе студент должен представить отчёт, содержащий название работы и результаты выполнения заданий. За выполнение и защиту лабораторных работ студент может

набрать 18 баллов (по 3 балла в каждую рейтинговую точку). Образцы заданий для выполнения лабораторных работ представлены ниже.

Так, например, лабораторная работа №1. Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения

1. Задание на выполнение лабораторной работы.

1.1. Ознакомиться с лабораторной установкой и приборами необходимыми для исследования.

1.2. Собрать схему для проведения опыта холостого хода.

1.3. Собрать схему для проведения опыта короткого замыкания.

1.4. Собрать схему для снятия механической характеристики (зависимость угловой скорости от момента (тока якоря)). Измеренные значения тока и угловой скорости вращения вала внести в таблицу и построить график механической характеристики.

1.5. Собрать схему для снятия регулировочной характеристики (зависимость угловой скорости от тока возбуждения).

1.6. Оформить отчет о проделанной работе.

## **5.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета в 5 семестре и экзамена в 6 семестре. Задание на зачет состоит из задачи и теоретического вопроса. Экзаменационный билет включает два теоретических вопроса и одну задачу. На зачете и экзамене студент может набрать максимум 30 баллов.

### **Вопросы к зачёту**

1. Понятие «Приводы мехатронных и робототехнических систем».
2. Состав и структура электропривода
3. Достоинства и недостатки пневматических приводов промышленных роботов.
4. В каких случаях и почему применяются пневматические приводы в робототехнике? Что используется в качестве рабочего вещества в пневмоприводах?
5. Достоинства и недостатки электрических приводов промышленных роботов. В каких случаях и почему применяются электрические приводы в робототехнике?
6. Достоинства и недостатки гидравлических приводов промышленных роботов.
7. В каких случаях и почему применяются гидравлические приводы в робототехнике? Что используется в качестве рабочего вещества в гидроприводах ?
8. Приводы промышленных роботов. Назначение, классификация и краткая характеристика приводов, применяемых в мехатронике и робототехнике.
9. Электропривод на базе машин постоянного тока. На каких физических законах основан принцип действия электрических машин постоянного тока?
10. Электропривод на базе машин постоянного тока. Что такое индуктор и якорь машин постоянного тока?
11. Что такое геометрическая нейтраль в машине постоянного тока? Перечислите основные конструктивные элементы машин постоянного тока.
12. Почему сердечник якоря и главные полюсы электрических машин постоянного тока выполняют шихтованными ?
13. Каково назначение коллектора в генераторах и двигателях постоянного тока?
14. Как снимается и подводится электрическая энергия в машинах постоянного тока?
15. Перечислите основные части магнитной цепи. Запишите формулу для определения ЭДС генератора постоянного тока.
16. Запишите формулу для определения момента двигателя постоянного тока.
17. Электропривод на базе машин постоянного тока. От чего зависит ЭДС машины постоянного тока ?
18. Электропривод на базе машин постоянного тока. Какого вида могут быть пульсации ЭДС? От чего зависит величина электромагнитного момента машины постоянного тока ?

19. Электропривод на базе машин постоянного тока. Перечислите способы возбуждения машин постоянного тока.
20. Электропривод на базе машин постоянного тока. Что такое характеристики машин постоянного тока ?
21. Электропривод на базе асинхронных машин переменного тока. Назовите область применения асинхронных машин.
22. Электропривод на базе асинхронных машин переменного тока. Какое конструктивное исполнение имеют статор и ротор асинхронных машин ?
23. Электропривод на базе асинхронных машин переменного тока. За счет чего в асинхронных машинах создается электромагнитный момент ?
24. Электропривод на базе асинхронных машин переменного тока. Чему пропорционален электромагнитный момент асинхронных двигателей?
25. Электропривод на базе асинхронных машин переменного тока. Что такое скольжение асинхронных машин ?

### **Экзаменационные вопросы**

1. Понятие «Приводы мехатронных и робототехнических систем».
2. Состав и структура электропривода
3. Достоинства и недостатки пневматических приводов промышленных роботов.
4. В каких случаях и почему применяются пневматические приводы в робототехнике? Что используется в качестве рабочего вещества в пневмоприводах?
5. Достоинства и недостатки электрических приводов промышленных роботов. В каких случаях и почему применяются электрические приводы в робототехнике?
6. Достоинства и недостатки гидравлических приводов промышленных роботов.
7. В каких случаях и почему применяются гидравлические приводы в робототехнике? Что используется в качестве рабочего вещества в гидроприводах ?
8. Приводы промышленных роботов. Назначение, классификация и краткая характеристика приводов, применяемых в мехатронике и робототехнике.
9. Электропривод на базе машин постоянного тока. На каких физических законах основан принцип действия электрических машин постоянного тока?
10. Электропривод на базе машин постоянного тока. Что такое индуктор и якорь машин постоянного тока?
11. Что такое геометрическая нейтраль в машине постоянного тока? Перечислите основные конструктивные элементы машин постоянного тока.
12. Почему сердечник якоря и главные полюсы электрических машин постоянного тока выполняют шихтованными ?
13. Каково назначение коллектора в генераторах и двигателях постоянного тока?
14. Как снимается и подводится электрическая энергия в машинах постоянного тока?
15. Перечислите основные части магнитной цепи. Запишите формулу для определения ЭДС генератора постоянного тока.
16. Запишите формулу для определения момента двигателя постоянного тока.
17. Электропривод на базе машин постоянного тока. От чего зависит ЭДС машины постоянного тока ?
18. Электропривод на базе машин постоянного тока. Какого вида могут быть пульсации ЭДС? От чего зависит величина электромагнитного момента машины постоянного тока ?
19. Электропривод на базе машин постоянного тока. Перечислите способы возбуждения машин постоянного тока.
20. Электропривод на базе машин постоянного тока. Что такое характеристики машин постоянного тока ?
21. Электропривод на базе асинхронных машин переменного тока. Назовите область применения асинхронных машин.



22. Электропривод на базе асинхронных машин переменного тока. Какое конструктивное исполнение имеют статор и ротор асинхронных машин ?
  23. Электропривод на базе асинхронных машин переменного тока. За счет чего в асинхронных машинах создается электромагнитный момент ?
  24. Электропривод на базе асинхронных машин переменного тока. Чему пропорционален электромагнитный момент асинхронных двигателей?
  25. Электропривод на базе асинхронных машин переменного тока. Что такое скольжение асинхронных машин ?
  26. Электропривод на базе асинхронных машин переменного тока. Почему асинхронный двигатель обязательно должны работать со скольжением ?
  27. Что показывают механические характеристики асинхронного двигателя?
  28. На чем основан принцип работы однофазного двигателя?
  29. Сформулируйте принцип работы синхронного генератора. Какие типы роторов используют в синхронных машинах?
  30. От чего зависит ЭДС синхронной машины?
  31. Назовите основные характеристики синхронного генератора и поясните их. Начертите электрическую схему замещения фазы якоря синхронного генератора.
  32. Какие элементы относятся к механической части ЭП? Запишите уравнения, описывающие поступательное и вращательное движения механических элементов.
  33. Какое движение называется установившимся и какое неустановившимся? Для чего выполняется операция приведения?
  34. Приведите примеры механических характеристик двигателя и исполнительного органа. Что такое жесткость механической характеристики ?
  35. Что такое динамический момент ЭП? От каких факторов может в общем случае зависеть динамический момент ЭП?
  36. Поясните физический смысл электромеханической постоянной времени и способ ее определения по кривым переходного процесса.
  37. Какие координаты (переменные) ЭП регулируются при управлении движением исполнительного органа?
  38. В каких случаях и каким образом регулируется момент двигателя?
  39. В чем сущность регулирования положения ЭП?
  40. Обобщенная функциональная схема преобразования энергии в мехатронных системах.
  41. Какие виды энергии используются в приводах промышленных роботов?
  42. Приведите и опишите обобщенную функциональную схему привода промышленных роботов.
  43. Достоинства и недостатки гидравлических приводов промышленных роботов. В каких случаях и почему применяются гидравлические приводы в робототехнике? Что используется в качестве рабочего вещества в гидроприводах ?
- навыками самостоятельного получения и восприятия информации в области электро- и гидроприводов М и РТС, культурой мышления, способностью анализа физических процессов преобразования электрической энергии и энергии движущейся жидкости в устройствах (модулях) электрических и гидравлических приводов М и РТС **(B1)**;
  - методиками расчета и экспериментального определения параметров электроприводов и гидроприводов, инженерными приемами конструирования узлов и модулей приводов М и РТС **(B2)**;
  - методиками расчета и экспериментального определения параметров электрических и гидравлических приводов М и РТС, инженерными приемами конструирования узлов электрических и гидравлических приводов с применением программных средств автоматизированного проектирования и моделирования **(B3)**;; основными понятиями, терминами, определениями в области электрических и гидравлических приводов М и РТС, методами расчета этих приводов **(B4)**.

## 6. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 6.1 Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке

Результаты обучения	Основные показатели оценки результатов	Оценочные средства
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Знать, что электрические и гидравлические приводы являются составной частью мехатронных и робототехнических устройств и систем.</li> <li>- Знать основные понятия, определения в области электрических и гидравлических приводов (М и РТС).</li> <li>- Знать принципы построения и классификацию электрических и гидравлических приводов М и РТС.</li> <li>- Знать основные конструкторские приемы проектирования электрических и гидравлических приводов (модулей)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Знание состава мехатронных и робототехнических устройств и систем.</li> <li>- Перечисление основных видов энергии, применяемых в приводах М и РТС.</li> <li>- Перечисление основных путей преобразования энергии в приводах М и РТС.</li> <li>- Перечисление основных принципов построения электрических и гидравлических приводов М и РТС.</li> <li>- Привести классификацию электрических и гидравлических приводов М и РТС</li> <li>- Перечисление основных особенностей конструирования и проектирования электрических и гидравлических приводов (модулей).</li> </ul>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, расчетно-графическая работа, вопросы на зачет и экзамен</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Уметь работать со всеми видами и источниками информации с целью изучения принципа работы, особенностей преобразования энергии и конструктивных исполнений электромеханических преобразователей: двигателей постоянного тока (ДПТ); асинхронных (АД) и синхронных двигателей (СД) переменного тока и др.</li> <li>- Уметь проводить анализ особенностей построения</li> </ul>	<p>Показать умение чтения структурных схем электро- и гидроприводов. Показать понимание сущности структурных схем, физических основ работы и принципы построения приводов для М и РТС.</p> <p>Показать умение проводить анализ особенностей построения (компоновки) структурных и</p>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, расчетно-графическая работа, вопросы на зачет и экзамен</p>

<p>(компоновки) структурных и принципиальных схем современных электро-и гидроприводов М и РТС, выполнять расчеты по определению параметров приводов.</p> <p>Решать типовые задачи, выполнять расчеты узлов электрических и гидравлических приводов (модулей) М и РТС</p>	<p>принципиальных схем современных электро -и гидроприводов М и РТС, показать сущность проводимого анализа.</p> <p>Показать умение проводить расчеты по нахождению параметров и основных характеристик приводов.</p> <p>Показать умение проводить расчеты узлов электрических и гидравлических приводов (модулей) М и РТС.</p>	
<p>Владеть навыками самостоятельного получения и восприятия информации в области электро- и гидроприводов М и РТС</p>	<p>Показать умение самостоятельного получения и восприятия информации в области электро- и гидроприводов М и РТС.</p> <p>Показать способность анализа физических процессов преобразования электрической энергии и энергии движущейся жидкости в устройствах (модулях) электрических и гидравлических приводов М и РТС.</p>	<p>практическое занятие, лабораторная работа, тестирование, контрольная работа, расчетно-графическая работа, вопросы на зачет и экзамен</p>
<p>- Знать способы и методы проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</p>	<p>Перечисление способы и методы проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</p>	<p>Практическое занятие, лабораторная работа, вопросы на зачет и экзамен</p>
<p>- Умение принять участия в проведении предварительных испытаний электрического и гидравлического привода по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</p>	<p>Показать умение участия в проведении предварительных испытаний электрического и гидравлического привода по заданным программам и методикам и вести соответствующие</p>	<p>Практическое занятие, лабораторная работа, вопросы на зачет и экзамен</p>

	журналы испытаний	
- Владеть навыками участия в проведении предварительных испытаний электрического и гидравлического привода по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний	- Демонстрация навыков проведения предварительных испытаний электрического и гидравлического привода по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний	Практическое занятие, лабораторная работа, вопросы на зачет и экзамен
- Знать способы и методы проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний	Перечисление способы и методы проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний	Практическое занятие, лабораторная работа, вопросы на зачет и экзамен
- Умение принять участия в проведении предварительных испытаний электрического и гидравлического привода по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний	Показать умение участия в проведении предварительных испытаний электрического и гидравлического привода по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний	Практическое занятие, лабораторная работа, вопросы на зачет и экзамен
- Владеть навыками участия в проведении предварительных испытаний электрического и гидравлического привода по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний	- Демонстрация навыков проведения предварительных испытаний электрического и гидравлического привода по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний	Практическое занятие, лабораторная работа, вопросы на зачет и экзамен
-Знать способы осуществления проверки технического состояния приводов мехатронных и робототехнических систем. -Знать способы проведения профилактического контроля и ремонта путем замены отдельных модулей.	-Демонстрация знаний и способов осуществления проверки технического состояния приводов мехатронных и робототехнических систем. - Демонстрация знаний и способов проведения профилактического	Практическое занятие, лабораторная работа, вопросы на зачет и экзамен

	контроля и ремонта путем замены отдельных модулей	
- Умение осуществления проверки технического состояния приводов мехатронных и робототехнических систем. - Умение проведения профилактического контроля и ремонта путем замены отдельных модулей.	Демонстрация умения проведения профилактического контроля и ремонта приводов мехатронных и робототехнических систем.	Практическое занятие, лабораторная работа, вопросы на зачет и экзамен
- Владеть навыками осуществления проверки и проведения профилактического контроля и ремонта привода мехатронных и робототехнических систем..	Демонстрация навыков владения способами проверки и проведения профилактического контроля и ремонта приводов мехатронных и робототехнических систем.	Практическое занятие, лабораторная работа, вопросы на зачет и экзамен

## 6.2 Шкала оценивания планируемых результатов обучения

### 6.2.1 Текущий и рубежный контроль

В рамках текущего и рубежного контроля по дисциплине студент может набрать до 70 баллов

Семестр	Шкала оценивания			
	0-35 баллов	36-50 баллов	51-60 баллов	61-70 баллов
5, 6	Частичное посещение аудиторных занятий. Неудовлетворительное выполнение лабораторных и практических работ. Плохая подготовка к балльно-рейтинговым мероприятиям. Студент не допускается к промежуточной аттестации	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Частичное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «удовлетворительно».	Полное или частичное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических работ. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «хорошо».	Полное посещение аудиторных занятий. Полное выполнение и защита лабораторных и практических занятий. Выполнение контрольных работ, тестовых заданий на оценки «отлично».

### 6.2.2 Промежуточная аттестация

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 5 семестре проводится по следующей шкале, применяемой на зачете:

Семестр	Шкала оценивания	
	Не зачтено (36-60 баллов)	Зачтено (61-100 баллов)
5	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачёте не ответил на теоретический вопрос и не решил задачу.	Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный (частичный) ответ на теоретический вопрос и частично (полностью) решил задачу. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на зачете дал полный ответ на один вопрос или решил задачу. Студенту, имеющему 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, выставляется отметка «зачтено» без сдачи зачёта.

Оценка результатов освоения учебной дисциплины в 6 семестре проводится по шкале, используемой на экзамене:

Семестр	Шкала оценивания			
	Неудовлетворитель но (36-60 баллов)	Удовлетворительно (61-80 баллов)	Хорошо (81-90 баллов)	Отлично (91-100 баллов)
6	Студент имеет 36-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос. Студент имеет 36-45 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ только на один вопрос	Студент имеет 36-50 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 46-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос или частично ответил на оба вопроса. Студент имеет по итогам текущего и рубежного контроля 61-70 баллов на экзамене не дал полного ответа ни на один вопрос.	Студент имеет 51-60 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй. Студент имеет 61 – 65 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично ответил на второй. Студент имеет 66-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене) дал полный ответ только на один вопрос.	Студент имеет 61-70 баллов по итогам текущего и рубежного контроля, на экзамене дал полный ответ на один вопрос и частично (полностью) ответил на второй.

## **7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### *7.1. Основная литература*

1. Дементьев, Ю. Н. Электрический привод [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев. — Электрон. текстовые данные. — Томск : Томский политехнический университет, 2013. — 224 с. — 978-5-4387-0194-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/34739.html> — ЭБС «IPRbooks».
2. Кузнецов, А. Ю. Электрический привод и электрооборудование в АПК [Электронный ресурс] : практикум / А. Ю. Кузнецов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск : Новосибирский государственный аграрный университет, 2016. — 73 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80401.html>
3. Усольцев, А. А. Электрический привод [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. А. Усольцев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2012. — 242 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65386.html>

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Москаленко В.В. Электрический привод. Учебник.- М.: ИНФРА –М., 2015. – 314 с.
2. Электрический привод: учеб. Пособие / М.М. Кацман.- М.:Издательский центр «Академия», 2005. – 383 с.
3. Карнаухов Н.Ф. Электромеханические и мехатронные системы. Ростов н/Д; Феникс, 2006. – 320 с.
4. Карнаухов Н.Ф. Частотно-управляемый асинхронный электропривод мехатронных систем. Издательский центр ДГТУ. Ростов на –Дону, 2009. –
5. Сукманов В.И. Электрические машины и аппараты. – М.: Колос, 2001. – 296 с.
6. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учебник для вузов/ М.П. Белов, В.А. Новиков, Л.Н. Рассудов. -0 М.: Издательский центр «Академи», 2004. – 576 с.
7. Дементьев, Ю. Н. Электротехника и электроника. Электрический привод [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев ; под ред. Р. Ф. Бекишев. — Электрон. текстовые данные. — Саратов : Профобразование, 2017. — 223 с. — 978-5-4488-0144-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66403.html>

### **7.3 Перечень учебно-методических разработок**

1. Сенов Х.М. Электрические приводы мехатронных и робототехнических устройств. Учебное пособие. Нальчик: КБГУ, 2019. – 156 с.
2. Руководство по выполнению лабораторных работ на лабораторном стенде НТЦ-06.23 «Электрические машины с МПСУ». Могилев: НТП «Центр», 2013. – 72 с.
3. Колдаев, А. И. Электрический привод [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / А. И. Колдаев. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. — 152 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66135.html>

### **7.4 Интернет-ресурсы**

1. <http://www.open.kbsu.ru> - Открытый университет.
2. [elibrary.altstu.ru/elibrary/int.htm](http://elibrary.altstu.ru/elibrary/int.htm) - Образовательные ресурсы Интернета.
3. <http://lib-bkm.ru/load/2-1-0-20> - Библиотека машиностроителя.
4. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС «IPR book».

5. <http://www.viniti.ru> - РЖ ВИНТИ. Электронный Банк данных реферативных журналов ВИНТИ РАН по широкому спектру наук.
6. <http://www2.viniti.ru/> - электронный каталог научно-технической продукции.
7. <http://www.consultant.ru> - СИС «Консультант плюс».
8. <http://www.garant.ru> - СИС «Гарант».

### **7.5 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

При проведении лекций, практических занятий используется  
*лицензионное программное обеспечение:*

ОС Windows, пакет Microsoft Office (Word, EXCEL), MATLAB, MATHCAD, Acrobat Reader.

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях (аудиториях) для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия.

Для самостоятельной работы обучающихся имеются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

№ рабо т	Материальное обеспечение лабораторных занятий
1	2
1	Стенд НТЦ-06.23 «Электрические машины с МПСУ»
2	Стенд НТЦ-06.23 «Электрические машины с МПСУ»
3	Стенд НТЦ-06.23 «Электрические машины с МПСУ»
4	Стенд НТЦ-06.23 «Электрические машины с МПСУ»
5	Стенд НТЦ-06.23 «Электрические машины с МПСУ»
6	Стенд НТЦ-06.23 «Электрические машины с МПСУ»
7	Стенд НТЦ-06.23 «Электрические машины с МПСУ»
8	Стенд НТЦ-06.23 «Электрические машины с МПСУ»

### **9 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые)
  - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации, программ-синтезаторов речи и других



технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;
- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту обучающимся;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие):

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);
- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

4. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.