

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Беспалов Владимир Александрович  
Должность: Ректор МИЭТ  
Дата подписания: 01.09.2023 15:46:49  
Уникальный программный ключ:  
ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d18581a88211d692

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

И.Г. Игнатова



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Электромеханические системы»

Направление подготовки – 27.03.04 «Управление в технических системах»

Направленность (профиль) – «Технические средства автоматизации и управления»

Москва 2020

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-7 Способен производить необходимые расчеты отдельных блоков и устройств систем контроля, автоматизации и управления, выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники при проектировании систем автоматизации и управления	ОПК-7.ЭМС Способен выбирать электромеханические исполнительные устройства для систем автоматизации и управления	<b>Знает</b> основы построения электромеханических систем и методы расчета электромеханических исполнительных устройств для систем автоматизации и управления
		<b>Умеет</b> применять методы проектирования электромеханических исполнительных устройств с использованием измерительной и вычислительной техники
		<b>Имеет опыт</b> автоматизации и управления электромеханическими исполнительными устройствами с использованием современных измерительных и вычислительных стандартных средств в соответствии с техническими заданиями

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входные требования к дисциплине – необходимы компетенции формируемые следующими дисциплинами: «Основы математического анализа», «Электротехника», «Электроника».

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕТ)	Общая трудоёмкость (часов)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
3	6	4	144	32	16	16	80	ЗаО

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
М1. Математические модели электромеханических систем в пространстве состояний	8	-	6	4	Теоретический опрос
				6	Проверка выполнения типовых практических задач
				4	Контрольная работа №1 по модулю №1
М2. Элементы и устройства электромеханических систем, электродвигатели и системы управления	24	16	10	12	Теоретический опрос
				24	Выполнение и защита лабораторных работ
				10	Проверка выполнения типовых практических задач
				4	Контрольная работа №2 по модулю №2
М1 - М2	-	-	-	16	Выполнение и защита проектного задания

#### 4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
М1	1	2	Основные понятия электромеханических систем. Предмет и задачи дисциплины. Современное состояние и проблемы создания электромеханических систем. Назначение электромеханических систем.

	2	2	Приведение моментов сопротивления и моментов инерции. Приведение нагрузки при вращательном и поступательном движении.
	3	2	Математические модели электромеханических систем в пространстве состояний. Передаточная матрица.
	4	2	Математические модели механической системы, электрической цепи, двигателя постоянного тока в пространстве состояний. Составление детализованной структурной схемы по передаточной функции.
М2	5	2	Электропривод с двигателями постоянного тока. Электромеханические свойства двигателя постоянного тока. Механические характеристики. Двигательные и тормозные режимы.
	6	2	Математическое описание двигателя постоянного тока. Матричные уравнения состояний. Передаточные функции.
	7	2	Импульсное управление двигателями постоянного тока. Импульсное управление. Регулирование скорости в системе генератор-двигатель.
	8	2	Асинхронные и синхронные двигатели. Характеристики. Механические свойства привода с асинхронными двигателями. Критическое скольжение.
	9	2	Исполнительные асинхронные двигатели. Управление скоростью двухфазных асинхронных двигателей.
	10	2	Шаговые двигатели. Конструкции и типы шаговых двигателей. Синхронизирующий момент шагового двигателя. Режимы работы. Динамические характеристики шагового двигателя.
	11	2	Электромагнитные исполнительные устройства. Классификация. Тяговая и механические характеристики электромагнитов постоянного и переменного тока. Конструкция и типы магнитопроводов.
	12	2	Основы расчета электромагнитов. Динамические характеристики электромагнитов. Электромагнитные муфты. Соленоиды. Реле. Типы и основные характеристики.
	13	2	Пьезоэлектрические двигатели. Классификация. Конструкция. Электромеханические свойства.
	14	2	Характеристики пьезоэлектрических двигателей. Нагрузочные характеристики. Статические и динамические характеристики. Анализ и классификация прецизионных двигателей.
	15	2	Системы управления. Примеры построения электромеханических систем. Управление двигателем в системе генератор-двигатель.
	16	2	Системы управления двигателем постоянного тока ДПТ. Система позиционирования с ДПТ.

#### 4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практические занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
M1	1	2	Приведение моментов сопротивления и моментов инерции при вращательном и поступательном движении.
	2	2	Расчет уравнений состояния и передаточных функций для механической системы и электрической RLC-цепи.
	3	2	Расчет уравнений состояния для электромеханической системы двигатель постоянного тока с независимым возбуждением, при инерционной нагрузке с вязким трением.
M2	4	2	Расчет механической характеристики для двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
	5	2	Расчет передаточной функции двигателя постоянного тока независимого возбуждения. Расчет динамических характеристик при пуске двигателя постоянного тока независимого возбуждения.
	6	2	Построение естественной механической характеристики для асинхронного двигателя. Расчет критического скольжения асинхронного двигателя.
	7	2	Расчет электромагнита постоянного тока. Расчет электромагнита переменного тока. Расчет статических характеристик пьезоэлектрического двигателя.
	8	2	Расчет системы регулирования скорости привода с ДПТ. Расчет механических характеристик ДПТ НВ в замкнутой системе управления.

#### 4.3. Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование работы
M2	1	4	Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения, управляемого по цепи якоря
	2	4	Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения, управляемого по цепи возбуждения
	3	4	Исследование характеристик электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения в установившихся режимах работы
	4	4	Исследование характеристик электродвигателя постоянного тока последовательного возбуждения в установившихся режимах работы

#### 4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
М 1	4	Текущая проработка теоретического материала (изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам и составление конспекта, развернутого плана)
	6	Отработка навыков решения типовых практических задач по модулю №1
	4	Подготовка к контрольной работе №1 по модулю №1
М2	12	Текущая проработка теоретического материала (изучение учебного материала по конспектам лекций, литературным источникам и составление конспекта, развернутого плана)
	24	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ
	10	Отработка навыков решения типовых практических задач по модулю №2
	4	Подготовка к контрольной работе №2 по модулю №2
М1-М2	16	Выполнение и защита проектного задания

#### 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

*Не предусмотрены*

### 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: , <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1. Математические модели электромеханических систем в пространстве состояний.

1. Теоретический материал по модулю 1.
2. Методические указания для СРС по модулю 1.
3. Список литературы.

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 1, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Модуль 2. Элементы и устройства электромеханических систем, электродвигатели и системы управления.

1. Теоретический материал по модулю 2.
2. Методические указания для СРС по модулю 2.

### 3. Список литературы.

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 2, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

## 6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Литература

1. Афонин С.М. Электромеханические системы: Лабораторный практикум / С.М. Афонин; М-во образования и науки РФ, МГИЭТ(ТУ). - М.: МИЭТ, 2010. - 60 с.
2. Фролов Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу: Учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. - СПб. : Лань, 2012. - 368 с. Доступ к электронной версии книги открыт на сайте <http://e.lanbook.com/>. - ISBN 978-5-8114-1141-2.
3. Фролов Ю.М. Проектирование электропривода промышленных механизмов: Учеб. пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2014. - 448 с. (Учебник для вузов. Специальная литература). Доступ к электронной версии книги открыт на сайте <http://e.lanbook.com/>. - ISBN 978-5-8114-1571-7 : 900-02, 1000 экз.

### Нормативная литература

1. ГОСТ 7.32-2017 СИБИБД. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления (с Поправками) = System of standards on information, librarianship and publishing. The research report. Structure and rules of presentation : Межгосударственный стандарт : Введ. 01.07.2018. - Москва : Стандартинформ, 2018. - [л.]. - URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157208> (дата обращения: 24.02.2021). - Текст : электронный.

### Периодические издания

1. ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ. ЭЛЕКТРОНИКА: Научно-технический журнал / М-во образования и науки РФ; МИЭТ; Гл. ред. Ю.А. Чаплыгин. - М. : МИЭТ, 1996-. - ISSN 1561-5405. - Ссылка на ресурс: <https://miet.ru/structure/s/894/e/77104/191>.
2. АВТОМАТИКА И ТЕЛЕМЕХАНИКА: Научный журнал / Российская академия наук, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Институт проблем передачи информации РАН. - М. : ИКЦ Академкнига, 1936-. - Ссылка на ресурс: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7648>.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. Association for Computing Machinery = ACM : международная организация. - USA, 1947 - . - URL: <https://www.acm.org/> (дата обращения: 15.03.2021). - Режим доступа: подписка МИЭТ. - Текст : электронный.

2. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 28.10.2020). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 05.11.2020); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.

4. Единое окно доступа к информационным ресурсам : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика". – Москва, 2005-2010. - URL: <http://window.edu.ru/catalog/> (дата обращения: 28.10.2020).

5. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000. – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 30.10.2020). – Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного освоения компетенций, в частности за счет использования таких инструментов как видеолекции, онлайн-тестирование, взаимодействие со студентами в электронной образовательной среде.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС.

Для взаимодействия студентов с преподавателем используются сервисы обратной связи: раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

В процессе обучения при проведении занятий и для самостоятельной работы используются **внутренние электронные ресурсы** в формах тестирования в ОРИОКС.

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome), Acrobat reader DC.
Компьютерный класс	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome), Acrobat reader DC, Multisim 9.



Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду МИЭТ	Операционная система Microsoft Windows от 7 версии и выше, Microsoft Office Professional Plus или Open Office, браузер (Firefox, Google Chrome), Acrobat reader DC, Multisim 9.
--------------------------------------	---	---

## **10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ**

ФОС по подкомпетенции ОПК-7.ЭМС Способен выбирать электромеханические исполнительные устройства для систем автоматизации и управления.

Фонд оценочных средств представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **11.1. Особенности организации процесса обучения**

Дисциплина «Электромеханические системы» служит для формирования знаний и умений в области основных методов построения функционирования и разработки электромеханических устройств и их основных компонент, создания базы для изучения других общетехнических и специальных дисциплин.

Целями освоения учебной дисциплины «Электромеханические системы» являются формирование у студентов знаний исполнительных механизмов систем управления, способов и технических средств их включения, управления и построения на их основе электромеханических систем.

Студенты, изучающие дисциплину, обязаны:

- посетить лекции по предмету;
- выполнить лабораторные работы (подтверждается сдачей каждой лабораторной работы);
- выполнить задания для СРС к каждой из лекций;
- принять участие в дискуссиях во время лекций и лабораторных работ.

В процессе изучения курса предполагается самостоятельная работа студента при подготовке к лекционным занятиям, лабораторным работам, использование литературы, интернет-ресурсов.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачёта с публичным представлением результатов заданий СРС на опыт деятельности и заданий проектного типа.

### **11.2. Система контроля и оценивания**

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система (НБС).

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 80 баллов), и сдача дифференцированного зачета (максимум 20 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету. Структура и график контрольных мероприятий доступны в системе ОРИОКС <http://orioks.miet.ru/>.

При выставлении итоговой оценки, используется шкала, приведенная ниже в таблице.

Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

**РАЗРАБОТЧИКИ:**

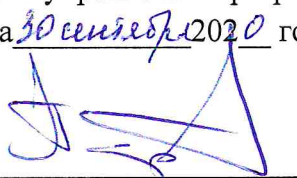
Доцент Института МПСУ, к.т.н.

  
\_\_\_\_\_

С.М. Афонин

Рабочая программа дисциплины «Электромеханические системы» по направлению подготовки 27.03.04 «Управление в технических системах», направленности (профилю) «Технические средства автоматизации и управления» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института 30 сентября 2020 года, протокол № 1

Директор Института МПСУ, д.т.н.



А.Л. Переверзев

### ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК



И.М. Никулина

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки



Т.П. Филиппова