

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета энергетики и систем
управления



/ А.В. Бурковский /

16.02 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электромеханические системы и промышленные регуляторы»

Направление подготовки 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль Управление и информатика в технических системах

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

Заведующий кафедрой

Электропривода,

автоматики и управления в

технических системах

А.М. Литвиненко

В.Л. Бурковский

Руководитель ОПОП

Ю.В. Мурзинов

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование профессиональных компетенций: способность проводить техническое оснащение рабочих мест и размещение технологического оборудования.

1.2. Задачи освоения дисциплины

1. Освоение основных сведений о электроприводе промышленного робота, включая технологическое оборудование.

2. Усвоение характерных особенностей выбора исполнительных элементов, удовлетворяющих заданным требованиям.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Электромеханические системы и промышленные регуляторы» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Электромеханические системы и промышленные регуляторы» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен к оформлению технической документации на различных стадиях разработки проекта автоматизированных систем управления технологическими процессами

ПК-5 - Способен к разработке отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	Знать общие представления об электромеханических системах
	Уметь классифицировать электромеханические системы
	Владеть пониманием жизненного цикла электромеханических систем
ПК-5	Знать основные этапы предпроектного проектирования электромеханических систем
	Уметь детализировать основные типы электромеханических систем
	Владеть навыками общесистемного проектирования электромеханических систем

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электромеханические системы и промышленные регуляторы» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	34	34
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа	74	74
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение в дисциплину	Основное содержание курса, объем и тематика лекционных занятий. Важнейшие достижения в области теории и практики гибкого автоматического производства.	4	4	12	20
2	Механика электропривода	Кинематическая схема электропривода. Многодвигательные соединения. Эффективность многодвигательных соединений.	4	4	12	20
3	Оптимальное передаточное отношение	Выбор исполнительных элементов, удовлетворяющих заданным требованиям.	4	2	12	18
4	Электроприводы роботов	Электромеханические свойства электрических двигателей.	2	2	12	16
5	Точечные задачи	Точечные задачи, момент-кинематические характеристики.	2	2	12	16
6	Функциональные задачи	Функциональные задачи, момент-энергетические характеристики.	2	2	14	18
Итого			18	16	74	108

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Определение моментов инерции электромеханических систем
2. Учет потерь в передачах электромеханических систем
3. Решение прямой задачи для робота-манипулятора
4. Решение обратной задачи для робота-манипулятора

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	Знать общие представления об электромеханических системах	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь классифицировать электромеханические системы	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть пониманием жизненного цикла электромеханических систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	Знать основные этапы предпроектного проектирования электромеханических систем	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь детализировать основные типы электромеханических систем	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками общесистемного проектирования электромеханических систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-4	Знать общие представления об	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%

	электромеханических системах			
	Уметь классифицировать электромеханические системы (программы)	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть пониманием жизненного цикла электромеханических систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-5	Знать основные этапы предпроектного проектирования электромеханических систем	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь детализировать основные типы электромеханических систем	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками общесистемного проектирования электромеханических систем	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. *Определить количество степеней подвижности шарнирной системы показанной на рис. 1.*

а) $n=5$

б) $n=6$

в) $n=7$

г) $n=8$

д) $n=9$

2. *Определить маневренность шарнирной системы показанной на рис.2*

а) $m=1$

б) $m=2$

в) $m=3$

г) $m=4$

д) $m=5$

3. *Какие координаты являются определяющими для прямоугольной системы координат:*

а) x, y, z

б) x, y, φ_z

в) x, φ_y, φ_z

г) $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$

4. *Какие координаты являются определяющими для цилиндрической системы координат:*

- a) xuz
- б) $xу\varphi_z$
- в) $x\varphi_y\varphi_z$
- г) $\varphi_x\varphi_y\varphi_z$

5. Какие координаты являются определяющими для сферической системы координат:

- a) xuz
- б) $xу\varphi_z$
- в) $x\varphi_y\varphi_z$
- г) $\varphi_x\varphi_y\varphi_z$

6. Какие координаты являются определяющими для горизонтальной ангулярной системы координат:

- a) xuz
- б) $xу\varphi_z$
- в) $x\varphi_y\varphi_z$
- г) $\varphi_x\varphi_y\varphi_z$

7. Какие координаты являются определяющими для вертикальной ангулярной системы координат:

- a) xuz
- б) $xу\varphi_z$
- в) $x\varphi_y\varphi_z$
- г) $\varphi_x\varphi_y\varphi_z$

8. Преимущества исполнения П:

- a) независимость погрешности позиционирования от координаты (одной)
- б) независимость погрешности измерения от координат (двух)
- в) независимость погрешности измерения от координат (трех)
- г) возможность взятия детали с пола

9. Преимущества исполнения Ц:

- a) независимость погрешности позиционирования от координаты (одной)
- б) независимость погрешности измерения от координат (двух)
- в) независимость погрешности измерения от координат (трех)
- г) возможность взятия детали с пола

10. Преимущества исполнения С:

- a) независимость погрешности позиционирования от координаты (одной)
- б) независимость погрешности измерения от координат (двух)
- в) независимость погрешности измерения от координат (трех)
- г) возможность взятия детали с пола

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Преимущества исполнения горизонтально-ангулярной системы координат:

- a) независимость погрешности позиционирования от координаты (од-

ной)

б) независимость погрешности измерения от координат (двух)

в) независимость погрешности измерения от координат (трех)

г) возможность взятия детали с пола

2. Преимущества исполнения вертикально-ангулярной системы координат:

а) независимость погрешности позиционирования от координаты (одной)

б) независимость погрешности измерения от координат (двух)

в) независимость погрешности измерения от координат (трех)

г) возможность взятия детали с пола

3. Недостатки исполнения П:

а) увеличение габаритов устройства

б) невозможность взятия предмета с пола

в) зависимость ошибки позиционирования от координаты (одной)

г) зависимость ошибки позиционирования от координат (двух)

д) зависимость ошибки позиционирования от координат (трех)

4. Недостатки исполнения Ц:

а) увеличение габаритов устройства

б) невозможность взятия предмета с пола

в) зависимость ошибки позиционирования от координаты (одной)

г) зависимость ошибки позиционирования от координат (двух)

д) зависимость ошибки позиционирования от координат (трех)

5. Недостатки исполнения С:

а) увеличение габаритов устройства

б) невозможность взятия предмета с пола

в) зависимость ошибки позиционирования от координаты (одной)

г) зависимость ошибки позиционирования от координат (двух)

д) зависимость ошибки позиционирования от координат (трех)

6. Недостатки исполнения горизонтально-ангулярной системы координат:

а) увеличение габаритов устройства

б) невозможность взятия предмета с пола

в) зависимость ошибки позиционирования от координаты (одной)

г) зависимость ошибки позиционирования от координат (двух)

д) зависимость ошибки позиционирования от координат (трех)

7. Недостатки исполнения вертикально-ангулярной системы координат:

а) увеличение габаритов устройства

б) невозможность взятия предмета с пола

в) зависимость ошибки позиционирования от координаты (одной)

г) зависимость ошибки позиционирования от координат (двух)

д) зависимость ошибки позиционирования от координат (трех)

8. Преимущества гидропривода промышленного робота:

а) большие габариты и масса

- б) малые габариты и масса
- в) возможность перегрузки по моменту
- г) невозможность перегрузки по моменту
- д) низкий КПД
- е) высокий КПД

9. Преимущества пневмопривода промышленного робота:

- а) большие габариты и масса
- б) малые габариты и масса
- в) возможность перегрузки по моменту
- г) невозможность перегрузки по моменту
- д) низкий КПД
- е) высокий КПД

10. Преимущества электропривода промышленного робота:

- а) большие габариты и масса
- б) малые габариты и масса
- в) возможность перегрузки по моменту
- г) невозможность перегрузки по моменту
- д) низкий КПД
- е) высокий КПД

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Недостатки гидропривода промышленного робота:

- а) большие габариты и масса
- б) малые габариты и масса
- в) возможность перегрузки по моменту
- г) невозможность перегрузки по моменту
- д) низкий КПД
- е) высокий КПД

2. Недостатки пневмопривода промышленного робота:

- а) большие габариты и масса
- б) малые габариты и масса
- в) возможность перегрузки по моменту
- г) невозможность перегрузки по моменту
- д) низкий КПД
- е) высокий КПД

3. Недостатки электропривода промышленного робота:

- а) большие габариты и масса
- б) малые габариты и масса
- в) возможность перегрузки по моменту
- г) невозможность перегрузки по моменту
- д) низкий КПД
- е) высокий КПД

4. Охарактеризуйте способ изменения механических характеристик двигателя постоянного тока, показанных на рисунке 3 (семейство 1).

- а) изменение сопротивления якорной цепи
- б) изменение напряжения

в) изменение потока возбуждения

г) изменение индуктивности

д) изменение жесткости

5. Охарактеризуйте способ изменения механических характеристик двигателя постоянного тока, показанных на рисунке 3 (семейство 2).

а) изменение сопротивления якорной цепи

б) изменение напряжения

в) изменение потока возбуждения

г) изменение индуктивности

д) изменение жесткости

6. Охарактеризуйте способ изменения механических характеристик двигателя постоянного тока, показанных на рисунке 3 (семейство 3).

а) изменение сопротивления якорной цепи

б) изменение напряжения

в) изменение потока возбуждения

г) изменение индуктивности

д) изменение жесткости

7. Асинхронные двигатели переменного тока.

8. Дискретные электромеханические системы с шаговыми двигателями.

9. Электрические машины в системах измерения угла поворота электромеханических машин.

10. Выбор двигателей для САР.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Состав механической части ЭМС.

2. Электрическая часть ЭМС.

3. Влияние электрической части ЭМС на основные показатели производственной машины.

4. Электропривод как исполнительное устройство системы управления.

5. Механические и электромеханические характеристики электродвигателей.

6. Основная классификация электрических машин.

7. Электромеханические системы постоянного тока.

8. Основные сведения о машинах постоянного тока.

9. Генераторы постоянного тока.

10. Двигатели постоянного тока.

11. Механические характеристики двигателей постоянного тока.

12. Математическое описание двигателя постоянного тока как объекта управления, передаточные функции.

13. Бесконтактные двигатели постоянного тока.

14. Электромашинные усилители.

15. Приводы с полупроводниковыми преобразователями.

16. Приводы с магнитными усилителями.

17. Электромагнитные реле.

18. Электромеханические системы переменного тока.

19. Основные сведения о магнитах переменного тока.

20. Синхронный генератор и двигатель переменного тока.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение в дисциплину	ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
2	Механика электропривода	ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
3	Оптимальное передаточное отношение	ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
4	Электроприводы роботов	ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
5	Точечные задачи	ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....

6	Функциональные задачи	ПК-4, ПК-5	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата, требования к курсовому проекту....
---	-----------------------	------------	--

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. *Механика специализированных исполнительных устройств и электропривода: учеб. пособие/ А.М. Литвиненко, А.П. Шальнев, Г.В. Воскресенский. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008*

2. *Введение в теорию специализированных исполнительных устройств и теорию электропривода: учеб. пособие/ А.М. Литвиненко, А.П. Шальнев, Г.В. Воскресенский. Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008*

3. *Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Специализированные исполнительные устройства» в системе MATLAB/ сост.: А.М. Литвиненко, М.А.Васильев. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2007. – 35 с.*

4. *Бальбух В.В. Динамические свойства релейных и импульсных следящих электроприводов/ В.В. Бальбух, Л.Д.Панкратьев, В.А. Полковников. – Москва: Энергия, 1972. - 232 с.*

5. *Башта Т. М. Гидропривод и гидропневматика/ Т. М. Башта. – Москва: Машиностроение, 1972. – 320 с.*

6. Герман-Галкин С.Г. Цифровые электроприводы с транзисторными преобразователями/ С.Г. Герман-Галкин, В.Д. Лебедев, Б.А. Марков и др. – Ленинград: Энергоатомиздат: Ленингр. Отд-ние, 1986. – 248 с.

7. Исполнительные системы роботов. Исполнительный привод: учеб. Пособие/ А.М. Литвиненко. – Воронеж: Воронеж. Гос. Техн. Ун-т, 1996. – 136 с.

8. Кенио Т. Двигатели постоянного тока с постоянными магнитами: Т.Кенио, С. Нагамори; пер. с англ. – Москва: Энергоатомиздат, 1989. – 184 с.

9. Литвиненко А.М. Орбитально-планетарный электропривод с внешними магнитными системами// Электричество. – 1994. - №3. – С. 41-61.

10. Литвиненко А.М. Электроприводы промышленных роботов с внешними магнитными системами/ А.М. Литвиненко. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1989. – 157 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Информационно-телекоммуникационная сеть «Интернет»

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Кабинет аудитории 329

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Электромеханические системы и промышленные регуляторы» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.

Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	----------------------------	--