

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель совета факультета
энергетики и систем управления
_____ Бурковский А.В.
2015 г.

[illegible]

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника. Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015г. № 206.

Программу составил:_____ к.т.н., Трубецкой В.А.

Рецензент (ы):_____ к.т.н., Муконин А.К.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 15.03.06 Мехатроника и робототехника, профиль подготовки Промышленная и специальная робототехника.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры электропривода и автоматизации в технических системах протокол № 9 от 07.04.2015 г.

Зав. кафедрой ЭАУТС _____ В.Л. Бурковский

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины – усвоение студентами принципов построения робота и основных его частей: управляющей, исполнительной и информационной; получение навыков программирования и управления ПР; ознакомление с областями применения роботов и РТС.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи
1.2.1	изучения основных понятий и определений робототехники
1.2.2	изучения терминологии, классификации и характеристик роботов
1.2.3	изучения состава роботов, РТС и их элементов
1.2.5	изучения принципов действия элементов исполнительной, управляющей и информационной подсистем робота
1.2.6	изучения областей применения роботов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Цикл (раздел) ОП ВО: Б1		код дисциплины в РУП: Б1.Б.10
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося		
Для успешного освоения дисциплины студент должен владеть разделами высшей математики (аналитическая геометрия, дифференциальное и интегральное исчисление), физики (классическая механика, электричество, магнетизм) электротехники и электроники (теория цепей постоянного и переменного тока)		
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее		
Б1.В.ОД.13	Проектирование роботов и робототехнических систем	
Б1.В.ОД.16	Моделирование роботов и робототехнических систем	
Б1.Б.12	Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-2	владение физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем
-------	---

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	термины, классификацию и характеристики роботов;
3.1.2	функциональные схемы роботов и РТС, функции подсистем робота;
3.1.3	области применения промышленных роботов;
3.1.4	типы приводов, их принципы действия и характеристики
3.2	Уметь:
3.2.1	читать функциональные, кинематические и принципиальные схемы робота;
3.2.2	определять основные кинематические характеристики манипуляционных устройств;
3.2.3	программировать роботы с циклической системой управления
3.3	Владеть:
3.3.1	навыками составления расчетных кинематических моделей манипуляционных устройств, функциональных схем роботов и РТС;
3.3.2	теоретическими и экспериментальными методами исследования мехатронных и робототехнических систем.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
Введение	1	1	2	-	-	-	2
1. История развития робототехники	1	2	2			1	3
2. Основные понятия и современное состояние промышленной робототехники	1	3	2	-	-	1	3
3. Терминология, классификация и характеристики роботов	1	4	2	-	-	1	3
4. Устройство роботов	1	5	2	-	4	2	8
5. Приводы роботов	1	6-8	6	-	4	2	12
6. Математическое описание роботов	1	9-10	4	-	-	2	8
7. Системы управления роботов	1	11-12	4	-	4	2	10
8. Исполнительные устройства роботов	1	13-14	4	-	-	2	6
9. Информационные устройства роботов	1	15	2	-	-	2	4
10. Применение роботов на вспомогательных операциях	1	16	2	-	6	1	7
11. Применение роботов на основных технологических операциях	1	17	2	-	-	1	3
12. Экстремальная робототехника	1	18	2		-	1	3
Итого			36	-	18	18	72

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме
1	2	3	4
1 семестр		36	0
Введение		2	
1	Предмет курса, его цели и задачи. Робот в системе комплексной автоматизации производства. Области применения промышленных роботов.	2	
1. История развития робототехники		2	
2	1.1. Возникновение и развитие современной робототехники. 1.2. Развитие отечественной робототехники. <i>Самостоятельное изучение.</i> Предыстория робототехники.	2	
2. Основные понятия и современное состояние промышленной робототехники		2	
3	2.1 Понятие «робот», «промышленный робот», «манипулятор». 2.2 Робот и человек, «органы чувств», «разум», «работа робота». «Взаимоотношение» между роботом и человеком. 2.3 Социально-экономическое значение робототехники, области и проблемы применения, современные и будущие поколения роботов. <i>Самостоятельное изучение.</i> Стандарты в робототехнике.	2	
3. Терминология, классификация и характеристики роботов		2	
4	3.1 Основные определения и термины: промышленный робот (ПР), робототехнический комплекс (РТК), робототехническая система (РТС). 3.2 Номенклатура основных показателей промышленных роботов. 3.3 Классификация роботов. Роботы непромышленного назначения. <i>Самостоятельное изучение.</i> Мобильные роботы, варианты средств передвижения роботов.	2	
4. Устройство роботов		2	
5	4.1. Модель состава ПР. 4.2. Манипуляционные системы робота. 4.3. Рабочие органы манипуляторов. <i>Самостоятельное изучение.</i> Особенности устройств других средств робототехники.	2	
5. Приводы роботов		6	
6	5.1. Классификация приводов. 5.2. Обобщенная функциональная схема приводов. 5.3. Преимущества и недостатки различных типов приводов. <i>Самостоятельное изучение.</i> Комплектные типы приводов.	2	
7	5.4. Электрические приводы. 5.5. Приводы на базе ДПТ. 5.6. Приводы с двигателями переменного тока. <i>Самостоятельное изучение.</i> Силовые преобразователи энергии.	2	
8	5.7. Пневматические приводы. 5.8. Гидравлические приводы. <i>Самостоятельное изучение.</i> Функциональные схемы пневматических и гидравлических приводов.	2	

1	2	3	4
6. Математическое описание роботов		4	
9	6.1. Требования к математическим моделям роботов. 6.2. Понятие кинематической и динамической модели робота. <u>Самостоятельное изучение.</u> Варианты математических моделей роботов.	2	
10	6.3. Кинематическая модель робота с учетом переносных и ориентирующих степеней подвижности. 6.4. Однородные координаты. <u>Самостоятельное изучение.</u> Преобразование координат.	2	
7. Системы управления роботов		4	
11	7.1 Функции СУ. Иерархическая структура СУ робота. 7.2 Классификация систем управления роботов. <u>Самостоятельное изучение.</u> Варианты устройств программного управления роботами.	2	
12	7.3 Особенности цикловых систем управления роботов. 7.4 Цикловое управление отдельным приводом. 7.5 Позиционное и контурное управление роботами. <u>Самостоятельное изучение.</u> Адаптивное и интеллектуальное управление роботами.	2	
8. Исполнительные устройства роботов		4	
13	8.1 Модель состава исполнительной системы. 8.2 Функциональная схема исполнительной системы. 8.3 Характеристики исполнительных систем. <u>Самостоятельное изучение.</u> Типы исполнительных устройств.	2	
14	8.4 Манипуляционные устройства (МУ). Расчетная кинематическая схема МУ. 8.5 Прямая и обратная задачи кинематики. <u>Самостоятельное изучение.</u> Кинематические модели вариантов МУ.		
9. Информационные устройства роботов		2	
15	9.1 Функции информационных устройств. Основные требования к датчикам. 9.2 Датчики внутренней информации. 9.3 Датчики внешней информации. <u>Самостоятельное изучение.</u> Устройство тахогенератора и сельсинов.	2	
10. Применение роботов на вспомогательных операциях		2	
16	10.1 Понятия робототехнической системы (РТС) и роботизированного технологического комплекса (РТК). 10.2 Применение роботов в РТК механообработки. 10.3 Применение роботов в РТК кузнечно-штамповочном производстве. <u>Самостоятельное изучение.</u> РТК литья под давлением.	2	
11. Применение роботов на основных технологических операциях		2	
17	11.1 Классификация РТС. 11.2 Сборочные РТС. 11.3 Сварочные РТС. <u>Самостоятельное изучение.</u> РТС для нанесения покрытий.	2	
12. Экстремальная робототехника		2	
18	12.1 Экстремальная робототехника в промышленности. 12.2 Космическая робототехника. 12.3 Военная робототехника. <u>Самостоятельное изучение.</u> Подводные роботы. Микроробототехника.	2	
Итого часов		36	0

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
1 семестр		18	0	
3	Инструктаж по технике безопасности. Знакомство с учебным оборудованием. Лабораторная работа №1. Цикловое управление промышленным роботом.	4		защита лабораторной работы
7	Отчет по лабораторной работе №1 Лабораторная работа №2. Позиционное управление промышленным роботом	4		защита лабораторной работы
11	Отчет по лабораторной работе №2. Лабораторная работа №3. Исследование кинематических характеристик манипуляторов.	4		защита лабораторной работы
16	Отчет по лабораторной работе №3. Лабораторная работа №4. Моделирование сервопривода постоянного тока. Отчет по лабораторной работе №4.	6		защита лабораторной работы
Итого часов		18	0	

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	2	3	4
1 семестр		Экзамен	18
2	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
3	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы №1	допуск к выполнению	1
4	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
5	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
6	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы №2	допуск к выполнению	1
7	Подготовка к защите лаб. работы №1	защита лабораторной работы	1
	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
8	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
9	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
10	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы №3	допуск к выполнению	1
11	Подготовка к защите лаб. работы №2	защита лабораторной работы	1
	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1

12	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
1	2	3	4
13	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
14	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
15	Подготовка к выполнению лаб. работы №4	допуск к выполнению	1
	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
16	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
	Подготовка к защите лаб. работ №3, №4	защита лабораторной работы	1
17	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
18	Подготовка темы для самостоятельного изучения	опрос	1
Итого часов			18

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
1	2
5.1	информационные лекции: материал для <u>самостоятельного изучения</u> на лекции обсуждается в дискуссии.
5.2	лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ бригадой из 3 человек, защита выполненных работ индивидуальная;
5.3	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – проработка тем для <u>самостоятельного изучения</u> ; – подготовка к лабораторным работам, – подготовка отчетов, – подготовка к экзамену;
5.4	консультации по всем вопросам учебной программы.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – отчет и защита выполненных лабораторных работ; – тестовые вопросы.
6.1.2	Для непредвзятой оценки знаний студента по дисциплине разработаны тестовые задания.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Юревич Е. И.	Основы робототехники : учеб. пособие 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург	2005 печат.	1
7.1.1.2	Ревнев С.С., Трубецкой В.А., Слепокуров Ю.С.	Основы моделирования технических систем: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ	2008 печат.	1
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники : В 2 кн.: монография. Кн.1. - М. : Наука, 2006.	2006 печат.	1
7.1.2.2	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники : В 2 кн.: монография. Кн.2. - М. : Наука	2006 печат.	1
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1	Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 1-2 по дисциплине «Основы мехатроники и робототехники» для студентов направления подготовки бакалавров 221000 «Мехатроника и робототехника» (профиль «Промышленная и специальная робототехника») очной формы обучения	2012 печат.	1
7.1.3.2	Трубецкой В.А.	Методические указания к выполнению лабораторной работы № 3-4 по дисциплине «Основы робототехники» для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной и очно-заочной форм обучения	2012 магн. носитель	1
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1	Методические материалы представлены на сайте: http://vorstu.ru/kafedrry			
7.1.4.2	В качестве дополнительного средства для освоения дисциплины используются программные средства системы MATLAB (версия MATLAB 6.5).			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория, оснащенная ПК и проекционным оборудованием.
8.2	Лабораторный практикум проводится в лаборатории 111/3 кафедры РС на роботах, входящих в состав учебного РТК, и на ПК, оснащенных соответствующими программами.

Приложение 1

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспе- чен- ность
7.1.1. Основная литература				
Л1.1	Юревич Е. И.	Основы робототехники : учеб. пособие 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург	2005 печат.	1
Л1.2	Ревнев С.С., Тру- бецкой В.А., Сле- покуров Ю.С.	Основы моделирования технических систем: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ	2008 печат.	1
7.1.2. Дополнительная литература				
Л2.1	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники : В 2 кн.: монография. Кн.1. - М. : Наука, 2006.	2006 печат.	1
Л2.2	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники : В 2 кн.: монография. Кн.2. - М. : Наука	2006 печат.	1
7.1.3 Методические разработки				
Л3.1	Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 1-2 по дисциплине «Основы мехатроники и робототехники» для студентов направления под- готовки бакалавров 221000 «Мехатроника и робо- тотехника» (профиль «Промышленная и специ- альная робототехника») очной формы обучения	2012 печат.	1
Л3.2	Трубецкой В.А.	Методические указания к выполнению лабора- торной работы № 3-4 по дисциплине «Основы робототехники» для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной и очно-заочной форм обучения	2012 эл. но- ситель	1

Заведующий кафедрой ЭАУТС _____ Бурковский В.Л.

Директор НБ ВГТУ _____ Буковшина Т.И.

Приложение 2

Фонд оценочных средств

Вопросы к экзамену

1. Поколения промышленных роботов.
2. Области применения ПР.
3. История развития робототехники.
4. Классификация ПР.
5. Основные термины и определения робототехники.
6. Робот в системе комплексной автоматизации производства
7. Структура исполнительных устройств робота.
8. Приводы роботов. Определение. Назначение, классификация.
9. Кинематические схемы манипуляторов.
10. Захватные устройства и их классификация.
11. Назначение и классификация информационных устройств.
12. Иерархическая структура системы управления.
13. Классификация систем управления.
14. Прямая и обратная задачи кинематики.
15. Прямая и обратная задачи динамики.
16. Классификация систем управления.
17. Специальные языки программирования роботов.
18. Компоновка РТС и основные схемы применения ПР.
19. Функции, характеристики и типы ПР.
20. Функциональная схема РТС.
21. Роботы непромышленного применения.
22. Общая структура ПО управляющих ЭВМ.
23. Структура роботизированных производств.
24. Агрегатно-модульный принцип построения ПР.
25. Датчики внутренней и внешней информации.
26. Функциональная схема электропривода.
27. Структура роботизированных производств.
28. Схемы применения ПР.
29. Системы координат ПР.
30. Функции, характеристики и типы ПР различных производств.

Варианты тестовых заданий

Задание 1

По какому из названных параметров коллекторный тахогенератор превосходит фотоимпульсный и индукционный импульсный тахогенераторы:

- 1) интервал измеряемых скоростей
- 2) габаритные размеры
- 3) ресурс работы
- 4) помехозащищённость

Задание 2

Выберите параметры, полностью определяющие вид статической характеристики датчика дискретного кода:

- 1) чувствительность и абсолютная погрешность
- 2) абсолютная погрешность и коэффициент возврата
- 3) порог отпускания и коэффициент возврата $10^5 \div 10^{10}$ Гц

Задание 3

Формула жесткости механической характеристики электродвигателя:

- 1) $\beta = \frac{dM}{d\omega}$; 2) $\omega = \omega_0 - \Delta\omega$; 3) $|\beta| = \left| \frac{dM}{d\omega} \right|$; 4) $M = k\Phi I$; 5) $\omega = U / k\Phi$

Задание 4

Если считать, что индуктивность якоря равна нулю, ДПТ:

- 1) апериодическое звено первого порядка
- 2) колебательное звено
- 3) апериодическое звено второго порядка
- 4) форсирующее звено
- 5) реальное интегрирующее звено

Задание 5

Жесткость механической характеристики разомкнутой системы «преобразователь–двигатель» определяется:

- 1) величиной $k\Phi$, активным сопротивлением якоря и внутренним сопротивлением преобразователя
- 2) только активным сопротивлением якоря
- 3) только суммой активного сопротивления якоря и внутреннего сопротивления преобразователя
- 4) только величиной $k\Phi$ и активным сопротивлением якоря

Задание 6

Отметьте правильный ответ:

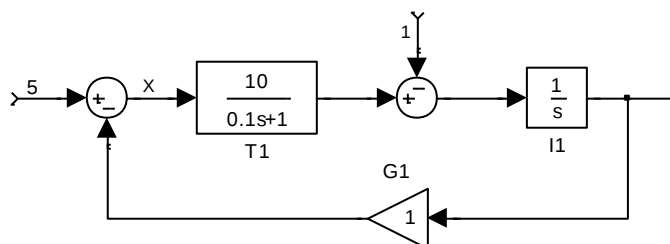
В режиме противовключения двигатель:

- 1) отдает энергию в источник электрической энергии
- 2) потребляет электрическую и механическую энергию
- 3) работает как автономный генератор
- 4) преобразует электрическую энергию в механическую

Задание 7

Суммарная установившаяся ошибка X для приведенной структуры будет равна

- 1) 0
- 2) 0,1
- 3) 0,5
- 4) 1,0



Задание 8

Захватные устройства промышленных роботов по принципу действия подразделяют на типы:

- 1) механические, вакуумные, магнитные, прочие;
- 2) механические и вакуумные;
- 3) механические, пневматические, гидравлические;
- 4) механические, гидравлические, электромеханические

Задание 9

По специализации ПР подразделяются на следующие группы:

- 1) специальные, специализированные, универсальные;
- 2) сварочные, сборочные, универсальные;
- 3) специальные, специализированные и прочие;
- 4) правильного ответа нет.

Задание 10

По числу степеней подвижности ПР подразделяются на роботы:

- 1) с 2, 3, 4 и более степенями подвижности;
- 2) с 1, 2, 3, 4 и 5 степенями подвижности;
- 3) с 2, 3 и более степенями подвижности;
- 4) с 2, 3, 5 и более степенями подвижности.

Задание 11

С помощью прямой задачи кинематики рассчитывают:

- 1) положение рабочего органа, а также звеньев манипулятора по заданным обобщенным координатам;
- 2) обобщенные координаты манипулятора по заданному в опорной системе координат положению рабочего органа;
- 3) правильного ответа нет.

Задание 12

У синхронного двигателя механическая характеристика:

- 1) жесткая
- 2) мягкая
- 3) абсолютно жесткая
- 4) гиперболическая
- 5) квадратичная

Задание 13

Семейство механических характеристик ДПТ с независимым возбуждением при изменении напряжения якоря имеет вид:

- 1) прямых, проходящих через одну точку скорости идеального холостого хода
- 2) прямых, проходящих через одну точку момента короткого замыкания
- 3) параллельных прямых
- 4) прямых, проходящих через одну точку тока короткого замыкания

Задание 14

Обычно АД имеет:

- 1) трехфазную обмотку статора и короткозамкнутую обмотку ротора
- 2) трехфазную обмотку статора и обмотку возбуждения ротора
- 3) обмотку возбуждения статора и обмотку якоря
- 4) трехфазную обмотку ротора и обмотку возбуждения статора

Задание 15

Механическая (нагрузочная) характеристика гидропривода дроссельного управления имеет вид:

- 1) прямой
- 2) параболы
- 3) экспоненты
- 4) гиперболы

Задание 16

Семейство электромеханических характеристик ДПТ независимого возбуждения при изменении потока возбуждения имеет вид:

- 1) прямых, проходящих через одну точку скорости идеального холостого хода
- 2) прямых, проходящих через одну точку момента короткого замыкания

- 3) параллельных прямых
- 4) прямых, проходящих через одну точку тока короткого замыкания

Задание 17

Обычно синхронные двигатели имеют:

- 1) трехфазную обмотку статора и короткозамкнутую обмотку ротора
- 2) трехфазную обмотку статора и обмотку возбуждения ротора
- 3) обмотку возбуждения статора и обмотку якоря
- 4) трехфазную обмотку ротора и обмотку возбуждения статора

Задание 18

Регулирование скорости гидроприводов роботов осуществляется изменением:

- 1) давления
- 2) производительности насоса
- 3) проходного сечения распределителя
- 4) настройки редуционного клапана

Задание 19

Вращающиеся трансформаторы проектируются в основном как:

- 1) датчики положения
- 2) датчики скорости
- 3) устройства бесконтактной передачи напряжения к ротору электрической машины
- 4) преобразователи уровней напряжения

Задание 20

Регулирование скорости гидроприводов роботов осуществляется изменением:

- 1) давления
- 2) производительности насоса
- 3) проходного сечения распределителя
- 4) настройки редуционного клапана

Председатель методической комиссии Т.А. Бурковская