



Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Волгоградский институт бизнеса»

Рабочая программа учебной дисциплины

Помехоустойчивость мехатронных и робототехнических систем

(Наименование дисциплины)

15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Мехатроника»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	3
Общее количество часов	108
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	32
– Лекционные (Л)	16
– Практические (ПЗ)	16
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	76
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	+
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	6
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	7
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	9
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	11
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	15
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	18
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии	19
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	22

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Помехоустойчивость мехатронных и робототехнических систем» входит в «Часть, формируемая участниками образовательных отношений» подготовки обучающихся по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Мехатроника»

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ПК-2 Способен осуществлять организационно-методическое сопровождение эксплуатации гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий

Дескрипторы компетенции:

ПК-2.1 Способен осуществлять организационно-методическое обеспечение технического обслуживания и планового ремонта гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий;

ПК-2.2 Способен обеспечивать организацию непланового ремонта гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий.

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
Профстандарт: 40.148 Специалист по эксплуатации гибких производственных систем в машиностроении	ПК-2.1 Способен осуществлять организационно-методическое обеспечение технического обслуживания и планового ремонта гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий; ПК-2.2 Способен обеспечивать организацию непланового ремонта гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий.	Знает: ИД 1 ПК.2.1 Принцип работы, технические характеристики, конструктивные особенности гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий, требования к структуре, содержанию и оформлению технической документации по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий, принципы и порядок разработки планов технического обслуживания и ремонта гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий ПС 40.148 В/01.6; ИД 2 ПК.2.2 Методические, нормативно-технические и руководящие материалы по организации ремонта гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий 40.148 В/02.6. Умеет: ИД 3 ПК.2.1 Составлять план

		мероприятий по совершенствованию системы обслуживания и ремонта гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий, составлять планы технического обслуживания, ремонта и определительных испытаний гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий 40.148 В/01.6; ИД 4 ПК.2.2 Составлять акты о повреждениях и отчеты о внеплановых простоях гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий, устанавливать причины возникновения дефектов, просматривать запланированные работы, контролировать сроки выполнения работ, определять назначенные ресурсы, очередность выполнения работ, подавать заявки на внесение изменений в очередность работ, отмечать выполнение работ, готовить отчеты о выполненных работах с использованием прикладных программ управления проектами 40.148 В/02.6. Имеет навыки: ИД 5 ПК.2.1 Составления планов мероприятий по совершенствованию системы обслуживания и ремонта гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий, составления планов технического обслуживания, ремонта и определительных испытаний гибких производственных роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий 40.148 В/01.6; ИД 6 ПК.2.2 Составления актов о повреждениях и отчетов о внеплановых простоях гибких производственных
--	--	---

		роботизированных систем, робототехнических комплексов и изделий, установления причин возникновения дефектов, контроля хода выполнения запланированных работ, сроков их выполнения, определения назначенных ресурсов, очередности выполнения работ, подачи заявок на внесение изменений в очередность работ, учету фактического выполнения работ, подготовки отчетов о выполненных работах с использованием прикладных программ управления проектами 40.148 В/02.6.
--	--	--

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль)
«Мехатроника»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1.	Технология монтажа и пуско-наладки мехатронных и робототехнических систем	
2.	Управление мехатронными и робототехническими системами	

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Мехатроника»**;
- Учебного плана направления подготовки **15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль) «Мехатроника»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Классификация помех в мехатронных системах.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
2	Тема 2. Математические модели случайных сигналов и шума.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
3	Тема 3. Основы теории оптимальной линейной фильтрации.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
4	Тема 4. Фильтрация помех в информационно-измерительных каналах.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
5	Тема 5. Защита линий передачи данных от синфазных и дифференциальных помех.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
6	Тема 6. Обеспечение целостности питания и заземления.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
7	Тема 7. Помехоустойчивое кодирование и обработка информации в реальном времени.	12	2	2	8	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
8	Тема 8. Испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС).	12	2	2	8	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
Вид промежуточной аттестации(Зачет)		+				
Итого		108	16	16	76	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Классификация помех в мехатронных системах. Источники естественных (тепловой шум, атмосферные разряды) и искусственных (индустриальных) помех. Кондуктивные и излучаемые помехи. Механизмы проникновения: гальваническая связь, емкостная и индуктивная наводки, электромагнитное излучение.

Тема 2. Математические модели случайных сигналов и шума. Вероятностные характеристики процессов. Плотность распределения вероятности (нормальное, равномерное распределение). Корреляционные функции и спектральная плотность мощности шума.

Тема 3. Основы теории оптимальной линейной фильтрации. Критерии оптимальности (минимум среднеквадратической ошибки). Согласованный фильтр для импульсного сигнала. Построение амплитудно-частотной характеристики фильтра, максимизирующего отношение сигнал/шум.

Тема 4. Фильтрация помех в информационно-измерительных каналах. Аналоговые активные фильтры нижних частот (ФНЧ) на базе RC-цепей и операционных усилителей. Цифровая фильтрация: FIR-фильтры (с конечной импульсной характеристикой) и IIR-фильтры (рекурсивные).

Тема 5. Защита линий передачи данных от синфазных и дифференциальных помех. Принципы построения экранированных витых пар. Синфазные дроссели (*Common Mode Chokes*) и трансформаторная развязка. Дифференциальная передача сигналов (стандарты RS-485, CAN, Ethernet).

Тема 6. Обеспечение целостности питания и заземления. Схемотехнические методы подавления пульсаций в цепях питания (LC-фильтры, LDO-стабилизаторы). Топологии печатных плат: разделение аналоговой и цифровой земель, борьба с контурами заземления.

Тема 7. Помехоустойчивое кодирование и обработка информации в реальном времени. Обнаружение и исправление ошибок (коды Хэмминга, CRC-контроль). Влияние джиттера и выпадения пакетов на работу контуров управления движением реального времени.

Тема 8. Испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС). Методы измерения эмиссии помех и устойчивости к воздействиям согласно стандартам ГОСТ CISPR и ГОСТ IEC. Разработка плана мероприятий по обеспечению ЭМС при проектировании шкафов автоматики роботов.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Классификация помех в мехатронных системах.
ПЗ 2	Тема 2. Математические модели случайных сигналов и шума.
ПЗ 3, 4	Тема 3. Основы теории оптимальной линейной фильтрации.
ПЗ 5	Тема 4. Фильтрация помех в информационно-измерительных каналах.
ПЗ 6, 7	Тема 5. Защита линий передачи данных от синфазных и дифференциальных помех.
ПЗ 8	Тема 6. Обеспечение целостности питания и заземления.

3.3. Образовательные технологии

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Классификация помех в мехатронных системах.	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Математические модели случайных сигналов и шума.	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Основы теории оптимальной линейной фильтрации.	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Фильтрация помех в информационно-измерительных каналах.	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Защита линий передачи данных от синфазных и дифференциальных помех.	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Обеспечение целостности питания и заземления.	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Помехоустойчивое кодирование и обработка информации в реальном времени.	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС).	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся
4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Классификация помех в мехатронных системах.	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Математические модели случайных сигналов и шума.	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Основы теории оптимальной линейной фильтрации.	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Фильтрация помех в информационно-измерительных каналах.	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Защита линий передачи данных от синфазных и дифференциальных помех.	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Обеспечение целостности питания и заземления.	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Помехоустойчивое кодирование и обработка информации в реальном времени.	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС).	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

- Анализ механизмов проникновения кондуктивных помех** от силовых инверторов сервоприводов в цепи питания датчиков обратной связи (энкодеров). Расчет развязывающих фильтров.
- Схемотехника входных цепей аналоговых датчиков.** Проектирование инструментальных усилителей с высоким коэффициентом подавления синфазной помехи (*CMRR*) для сигналов тензодатчиков и термопар.
- Математическое моделирование импульсных помех электростатического разряда (ESD).** Построение эквивалентной схемы воздействия на порт микроконтроллера согласно стандарту IEC 61000-4-2.
- Цифровая фильтрация выбросов сигналов подшипниковых узлов.** Применение фильтра Калмана для выделения полезного сигнала износа из белого шума акселерометра в мехатронном модуле.
- Влияние топологии печатной платы на электромагнитную совместимость.** Анализ паразитных индуктивностей «земляных» полигонов и методы борьбы с излучаемыми помехами при коммутации тока ШИМ.
- Обеспечение гальванической изоляции в роботизированных комплексах.** Сравнение оптической, трансформаторной и емкостной развязки для линий передачи данных между манипулятором и шкафом управления.
- Целостность сигналов (*Signal Integrity*) в высокоскоростных интерфейсах энкодеров.** Влияние несогласованности волновых сопротивлений (импеданса) кабеля BiSS-C или EnDat на форму фронтов импульсов.
- Методы аппаратного сброса (*Watchdog Timer*) как средство повышения устойчивости к программным сбоям,** вызванным воздействием одиночных ядерных частиц (SEE) на космические роботы.
- Оптимизация экранирования гибких кабельных каналов мобильных роботов.** Выбор материалов экранов (медная оплетка vs алюминиевая фольга) для защиты от низкочастотных магнитных полей сварочных аппаратов.
- Подавление эффекта «дребезга контактов» и защита от статики** во входных цепях пультов обучения (*teach pendant*). Аппаратные RC-цепи против программного дебаунсинга.

11. **Синхронизация распределенных систем реального времени в условиях сетевых помех.** Устойчивость протокола EtherCAT Distributed Clocks к джиттеру пакетов и выпадению кадров Ethernet.

12. **Расчет контуров заземления («земляных петель») в измерительных системах.** Методы предотвращения протекания уравнивающих токов через сигнальный кабель при разности потенциалов между частями оборудования.

13. **Помехоустойчивое кодирование телеметрии промышленных роботов.** Реализация циклического избыточного кода (CRC-16/32) на уровне драйвера CAN-шины для критических сообщений безопасности.

14. **Защита интерфейсных микросхем от перенапряжений (TVS-диоды).** Методика выбора защитных компонентов по параметрам V_{clamp} , V_{br} и пиковой импульсной мощности для портов RS-485.

15. **Влияние температуры на собственные шумы полупроводниковых элементов.** Расчет теплового шума резисторов и шумового напряжения операционных усилителей в прецизионных каналах измерения момента двигателя.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролируемых материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Классификация помех в мехатронных системах.	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
2	Тема 2. Математические модели случайных сигналов и шума.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
3	Тема 3. Основы теории оптимальной линейной фильтрации.	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
4	Тема 4. Фильтрация помех в информационно-измерительных каналах.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
5	Тема 5. Защита линий передачи данных от синфазных и дифференциальных помех.	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
6	Тема 6. Обеспечение целостности питания и заземления.	УО		ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
7	Тема 7. Помехоустойчивое кодирование и обработка информации в реальном времени.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2

8	Тема 8. Испытания на электромагнитную совместимость (ЭМС).	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
---	--	----	----	-----	--

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

Задачи

1. **Оценка влияния аддитивного белого гауссовского шума (AWGN) на сигнал энкодера.** Рассчитайте отношение сигнал/шум (SNR) для импульсного сигнала квадратурного энкодера при заданных амплитуде сигнала и среднеквадратичном значении шума. Постройте график зависимости вероятности ошибки декодирования позиции от SNR в диапазоне 0–30 дБ. Результаты представьте в виде таблицы с шагом 5 дБ и сформулируйте краткий вывод о критическом пороге SNR.

2. **Анализ помехоустойчивости цифрового входа ПЛК при воздействии импульсных помех.** Для типового дискретного входа ПЛК (24 В) рассчитайте минимальную длительность помехи, способную вызвать ложное срабатывание, при заданной скорости нарастания напряжения и пороге срабатывания. Проведите сравнительный анализ двух типов входов (с RC-фильтром и без) и представьте результаты в виде сравнительной таблицы.

3. **Моделирование фильтрации сигнала датчика тока в Simulink.** Соберите модель, где на полезный сигнал датчика тока накладывается высокочастотная помеха и сетевой фон 50 Гц. Реализуйте и сравните работу трёх фильтров: ФНЧ первого порядка, скользящего среднего и медианного фильтра. Оцените эффективность по среднеквадратичной ошибке (MSE) и задержке сигнала; результаты сведите в таблицу.

4. **Расчёт длины неэкранированного кабеля для датчика с учётом электромагнитных помех.** Определите максимально допустимую длину сигнального кабеля для аналогового датчика (4–20 мА) в условиях заданного уровня наводок от силового кабеля. Учтите индуктивную и ёмкостную связь, волновое сопротивление и допустимый уровень помехи на входе приёмника. Сформулируйте вывод о необходимости экранирования при превышении расчётной длины.

5. **Анализ устойчивости системы управления двигателем при просадках напряжения питания.** Смоделируйте контур скорости двигателя постоянного тока при ступенчатом снижении напряжения питания на 10–30%. Оцените перерегулирование, время переходного процесса и устойчивость по критерию Найквиста. Представьте результаты в таблице и сделайте вывод о запасе устойчивости.

6. **Оценка помехозащищённости интерфейса RS-485 в промышленной среде.** Рассчитайте допустимое расстояние передачи данных при заданной скорости и уровне синфазной помехи. Проанализируйте влияние терминальных резисторов и заземления экрана витой пары. Сравните два сценария: корректное и некорректное заземление. Результаты оформите в виде сравнительной таблицы и краткого вывода.

7. **Исследование влияния дребезга контактов на работу цифровой схемы.** Проанализируйте осциллограмму дребезга механического контакта и рассчитайте требуемую постоянную времени RC-фильтра либо задержку программного подавления дребезга. Сравните оба метода по времени реакции и надёжности. Представьте расчётные формулы, параметры и итоговую таблицу сравнения.

8. **Моделирование воздействия электростатического разряда (ESD) на входные цепи микроконтроллера.** В SPICE-модели (или аналогичной среде) смоделируйте воздействие ESD по стандарту IEC 61000-4-2 на вход микроконтроллера. Оцените амплитуду наведённого напряжения на ядре и определите необходимость установки TVS-диодов или варисторов. Сформулируйте рекомендации по защите.

9. **Анализ влияния помех по шине питания на аналоговые цепи АЦП.** Рассчитайте падение напряжения на паразитной индуктивности дорожки питания при импульсной нагрузке и оцените, как это влияет на точность измерений АЦП. Предложите меры по снижению помех (разделение земель, фильтрация, топология) и сравните их эффективность в таблице.

10. **Разработка схемы гальванической развязки для сигнальной цепи.** Выберите и обоснуйте тип гальванической развязки (оптрон, цифровой изолятор, трансформаторный интерфейс) для заданной сигнальной цепи (напряжение, частота, требования по изоляции). Рассчитайте параметры развязки и оцените вносимые задержки и искажения. Результаты представьте в сравнительной таблице.

11. **Сравнительный анализ помехоустойчивости протоколов CAN, Modbus TCP и EtherCAT.** Оцените устойчивость каждого протокола к типичным промышленным помехам (импульсные помехи, просадки питания, электромагнитные наводки). Критерии: вероятность ошибки, время восстановления, требования к кабелю, необходимость экранирования. Результаты сведите в таблицу и сформулируйте вывод о предпочтительной области применения каждого протокола.

12. **Оценка влияния электромагнитной совместимости (ЭМС) при размещении датчиков и силовых кабелей.** На примере типовой компоновки шкафа управления рассчитайте уровень наводок на сигнальный кабель от соседнего силового кабеля при заданных токах и расстояниях. Предложите варианты снижения наводок (экранирование, разнесение трасс, фильтры) и сравните их по эффективности и стоимости в таблице.

13. **Анализ работы системы технического зрения в условиях импульсных световых помех.** Смоделируйте влияние импульсной засветки (например, от сварки) на работу камеры в робототехнической системе. Оцените вероятность потери трекинга объекта и предложите методы повышения помехоустойчивости (аппаратные фильтры, алгоритмы компенсации засветки, мультиспектральные камеры). Представьте сравнительную оценку методов.

14. **Расчёт необходимого запаса по помехоустойчивости для беспроводной связи в цехе.** Для Wi-Fi или Bluetooth-модуля в условиях цеха рассчитайте минимально допустимый уровень сигнала с учётом типичных помех и замираний. Определите требуемый запас по мощности и предложите меры по повышению надёжности (антенны, ретрансляторы, выбор частотного диапазона). Результаты представьте в таблице.

15. **Комплексный анализ помехоустойчивости типового узла мехатронной системы (например, привода с энкодером и ПЛК).** Выберите реальный узел (привод, датчик, контроллер, кабели) и проведите системный анализ источников помех, уязвимых цепей и мер защиты. Составьте карту рисков (вероятность/последствия) и предложите комплекс мер по повышению помехоустойчивости. Представьте итоговую таблицу мер с оценкой эффективности и трудоёмкости внедрения, а также сформулируйте общий вывод о наиболее критичных уязвимостях.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

1. **Сравнительный анализ механизмов возникновения кондуктивных и излучаемых помех в силовых кабелях сервоприводов:** влияние крутизны фронтов ШИМ на уровень электромагнитной эмиссии.

2. **Методы обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) при совместной прокладке силовых и сигнальных линий внутри гибких кабель-каналов роботоманипуляторов.**
3. **Теория и практика применения синфазных дросселей (*Common Mode Chokes*) для фильтрации высокочастотных помех в цепях питания промышленных контроллеров.**
4. **Влияние паразитных параметров печатного монтажа на целостность сигналов (*Signal Integrity*). Анализ перекрестных наводок (*crosstalk*) в многослойных платах систем управления движением.**
5. **Гальваническая развязка в мехатронных системах:** сравнительная характеристика оптронов, трансформаторов и цифровых изоляторов по скорости передачи данных и защите от импульсных перенапряжений.
6. **Математическое моделирование электростатического разряда (*ESD*) как источника сверхкороткого импульса.** Расчет токов растекания в корпусах микроконтроллеров роботизированных ячеек.
7. **Цифровая обработка зашумленных сигналов датчиков момента.** Применение фильтра Калмана и вейвлет-преобразования для выделения полезного сигнала из шума квантования и теплового шума.
8. **Проблема «земляных петель» в распределенных системах управления.** Методы разбиения земель и одноточечного заземления для исключения низкочастотных помех 50 Гц в измерительных каналах.
9. **Обеспечение целостности питания (*Power Integrity*) в шкафах автоматики.** Проектирование демпфирующих цепей (*snubbers*) и фильтров подавления пульсаций для звена постоянного тока частотных преобразователей.
10. **Помехоустойчивость беспроводных каналов связи мобильных роботов.** Использование методов расширения спектра (*DSSS, FHSS*) и кодирования с исправлением ошибок (*FEC*) в условиях промышленных радиопомех.
11. **Защита интерфейсных микросхем (*RS-485, CAN, Ethernet*) от переходных процессов.** Выбор TVS-диодов и газовых разрядников согласно стандартам IEC 61000-4-5 (микросекундные импульсные помехи).
12. **Влияние космической радиации на элементную базу марсоходов и спутников.** Эффекты одиночных сбоев (*SEE — Single Event Effects*) и методы радиационно-стойкого проектирования бортовых вычислителей.
13. **Целостность тактовых сигналов (*Clock Jitter*) в системах реального времени.** Влияние фазового шума генераторов на точность синхронизации осей многоосевых станков с ЧПУ по протоколу EtherCAT.
14. **Экранирование чувствительной электроники корпусами из различных материалов.** Сравнение эффективности поглощения и отражения электромагнитных волн сталью, алюминием и проводящими композитами.
15. **Методология проведения испытаний на соответствие требованиям ГОСТ CISPR.** Разработка плана мероприятий по снижению эмиссии помех от автономного сервисного робота для его сертификации.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для зачета

1. Классификация помех в мехатронных системах: естественные и искусственные источники, кондуктивные и излучаемые наводки.
2. Механизмы проникновения помех в аппаратуру: гальваническая связь, электромагнитная (индуктивная) и электростатическая (емкостная) связь.
3. Математическое описание случайного шума. Плотность распределения вероятности (нормальное распределение) и спектральная плотность мощности.
4. Понятие отношения сигнал/шум (*SNR*) по напряжению, току и мощности. Логарифмические единицы измерения (дБ).
5. Критерии оптимальности линейной фильтрации. Согласованный фильтр как устройство, максимизирующее отношение сигнал/шум на выходе.

6. Частотные характеристики аналоговых фильтров нижних частот (RC-цепи, фильтры Саллена-Кея). Порядок фильтра и крутизна спада АЧХ.
7. Синфазные и дифференциальные помехи. Принцип работы синфазного дросселя (*Common Mode Choke*) и его роль в цепях питания.
8. Экранирование кабельных линий передачи данных. Эффективность экранов на низких (магнитное поле) и высоких (электромагнитное поле) частотах.
9. Витая пара как средство подавления синфазных помех. Физика компенсации магнитных потоков в соседних витках.
10. Гальваническая развязка сигналов. Сравнительная характеристика оптической, трансформаторной и емкостной изоляции в робототехнических интерфейсах.
11. Проблема «земляных петель» в распределенных системах управления. Методы предотвращения протекания уравнивающих токов через сигнальные цепи.
12. Целостность питания (*Power Integrity*): проектирование LC-фильтров для звена постоянного тока преобразователей частоты и борьба с пульсациями выпрямленного напряжения.
13. Подавление импульсных помех со стороны сети электропитания. Выбор сетевых дросселей и варисторов (*MOV*) согласно стандартам ЭМС.
14. Защита интерфейсных микросхем от статического электричества (*ESD*) и переходных процессов (*EFT*). Применение TVS-диодов (супрессоров).
15. Помехоустойчивость цифровых линий связи. Влияние несогласованности волновых сопротивлений на форму импульсов и возникновение отражений.
16. Джиттер (*Jitter*) тактовых сигналов в системах реального времени. Его влияние на точность синхронизации осей роботов по протоколам EtherCAT/PROFINET IRT.
17. Помехоустойчивое кодирование информации. Обнаруживающие коды (бит четности, CRC) и корректирующие коды (код Хэмминга).
18. Дифференциальная передача сигналов (RS-485, CAN, LVDS). Преимущество перед несимметричными линиями (TTL) в условиях промышленных помех.
19. Электромагнитная совместимость силовых инверторов. Спектр гармоник выходного напряжения ШИМ и методы снижения скорости нарастания напряжения (du/dt) с помощью моторных фильтров.
20. Тепловой шум резисторов (*Шум Джонсона-Найквиста*) и дробовой шум полупроводников. Расчет минимально обнаруживаемого сигнала прецизионным усилителем.
21. Методы испытаний на эмиссию помех. Измерение напряженности поля в безэховой камере согласно ГОСТ CISPR 11/22.
22. Методы испытаний на устойчивость к внешним воздействиям. Требования стандартов IEC 61000-4-3 (излучаемое поле) и IEC 61000-4-6 (кондуктивные помехи).
23. Особенности проектирования печатных плат для обеспечения ЭМС. Разделение аналоговой и цифровой земель, использование сплошных референс-плоскостей.
24. Радиационная стойкость элементной базы космических роботов. Эффекты одиночных сбоев (*SEE — Single Event Effects*) и защелкивания (*Latch-up*) при воздействии тяжелых заряженных частиц.
25. Методология разработки плана мероприятий по обеспечению ЭМС изделия. Идентификация критических узлов на этапе схемотехнического проектирования.

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

1. Какой тип фильтра наиболее эффективен для подавления высокочастотных помех в цепях питания?
 - а) Фильтр низких частот (ФНЧ)
 - б) Фильтр высоких частот (ФВЧ)
 - в) Полосовой фильтр
 - г) Режекторный фильтр**Правильный ответ: а)**
2. Что является основным источником синфазных помех в промышленных условиях?
 - а) Электромагнитные наводки от силовых кабелей
 - б) Дрейф температуры компонентов

- в) Механические вибрации
- г) Скачки напряжения питания

Правильный ответ: а)

3. Какой метод защиты применяется для предотвращения повреждения электроники от электростатического разряда?

- а) Установка TVS-диодов
- б) Увеличение сечения проводов
- в) Применение ферритовых фильтров
- г) Экранирование корпуса

Правильный ответ: а)

4. Какой параметр определяет устойчивость системы к воздействию помех?

- а) Отношение сигнал/шум (SNR)
- б) Коэффициент усиления
- в) Полоса пропускания
- г) Время нарастания сигнала

Правильный ответ: а)

5. Какой стандарт регламентирует требования к помехоустойчивости промышленного оборудования?

- а) IEC 61000-4-2
- б) ГОСТ Р 51317.3.2
- в) IEEE 802.11
- г) ISO 9001

Правильный ответ: а)

Закрытого типа с двумя верными вариантами ответа

6. Какие методы применяются для защиты цифровых интерфейсов от помех?

- а) Терминаторы на линиях передачи
- б) Гальваническая развязка
- в) Увеличение скорости передачи данных
- г) Уменьшение длины кабелей

Правильный ответ: а), б)

7. Какие факторы влияют на электромагнитную совместимость системы?

- а) Качество экранирования
- б) Топология печатных плат
- в) Цвет корпуса оборудования
- г) Тип используемых разъемов

Правильный ответ: а), б)

8. Какие параметры необходимо учитывать при расчете помехоустойчивости канала связи?

- а) Длину кабеля
- б) Частоту передачи
- в) Цвет изоляции
- г) Тип разъемов

Правильный ответ: а), б)

9. Какие виды помех наиболее опасны для систем управления роботами?

- а) Импульсные помехи
- б) Низкочастотные наводки
- в) Акустические колебания
- г) Световые помехи

Правильный ответ: а), б)

10. Какие меры применяются для снижения влияния помех на датчики?

- а) Экранирование кабелей
- б) Использование дифференциальных сигналов
- в) Уменьшение частоты опроса
- г) Увеличение длины кабелей

Правильный ответ: а), б)

На установление последовательности

11. Укажите правильную последовательность этапов анализа помехоустойчивости системы:
1. Разработка мер защиты
 2. Идентификация источников помех
 3. Оценка влияния помех
 4. Моделирование системы

Правильный ответ: 2-3-4-1

12. Установите правильную последовательность действий при защите от электростатического разряда:

1. Применение TVS-диодов
2. Экранирование корпуса
3. Заземление оборудования
4. Использование антистатических материалов

Правильный ответ: 3-4-2-1

13. Укажите правильную последовательность этапов проектирования помехозащищенной системы:

1. Моделирование помех
2. Анализ требований
3. Реализация защиты
4. Тестирование системы

Правильный ответ: 2-1-3-4

14. Расположите фильтры по возрастанию эффективности подавления помех:

1. RC-фильтр
2. LC-фильтр
3. Пи-фильтр
4. Активный фильтр

Правильный ответ: 1-2-3-4

На установление соответствия

15. Установите соответствие между типом помехи и методом защиты:

Тип помехи	Метод защиты
А) Электростатический разряд	1) Гальваническая развязка
Б) Наводки по питанию	2) TVS-диоды
В) Перекрестные помехи	3) LC-фильтры

Правильный ответ: А-2, Б-3, В-1

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Волкова, М. А. Приводы мехатронных и робототехнических систем : методические рекомендации / М. А. Волкова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2024. — 19 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/457019>

7.2. Дополнительная литература

3. Волкова, М. А. Приводы мехатронных и робототехнических систем : методические рекомендации [электронное учебное пособие] / М. А. Волкова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2024. — 19 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/457019> (дата обращения: 13.08.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст : электронный.

4. Вегера, Ж. Г. Основы теории проектирования информационно-измерительных и управляющих систем коптеров : учебное пособие / Ж. Г. Вегера, В. В. Слепцов. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 128 с. — ISBN 978-5-9729-2480-6. — Текст : непосредственный.

5. Польшкова, Е. В. Интернет технологии, системы мультимедиа в автоматизации и мехатронике : электронный учебно-методический комплекс по дисциплине / Е. В. Польшкова, А. В. Стаселович. — Минск : БНТУ, 2024. — URL: <https://bntu.by> (дата обращения: 13.08.2026). — Текст : электронный.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Учебная аудитория оборудована:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютер для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся
- Симулятор БПЛА «AgroTechSim»

на 10 рабочих мест

- Симулятор БПЛА «DJI Simulator» на 20 рабочих мест

- Симулятор «FlightGear»

на 20 рабочих мест

- Симулятор «AirSim» на 20 рабочих мест

- Пульт дистанционного управления «RadioMaster TX12 MK2 ELRS» – 10 шт.

- Пульт дистанционного управления «DJI MR1SD25» – 10 шт.

- Пульт дистанционного управления «FLYSKY SM001» - 2 шт.

- Пульт дистанционного управления «BETAFPV» - 13 шт.

- Пульт дистанционного управления «DJI RC-N1 от DJI MAVIC MINI 2» - 1 шт.

- Пульт дистанционного управления «DJI FPV RC 2 от DJI AVATA» - 1 шт.

- Пульт дистанционного управления «DJI FPV RC

3 от DJI NEO» - 1 шт.

- Пульт дистанционного управления «DJI RC1B от DJI MAVIC 2 PRO» - 1 шт.

- Пульт дистанционного управления «DJI GL300L от DJI PHANTOM 4 MULTISPECTRAL» -

1 шт.

- VR FPV шлем «LS008D 5,8G» – 5 шт.

- VR FPV шлем «DMKR 008D PRO 5,8G» – 5 шт.

- Очки VR FPV DJI Googles N3 - 1 шт.

- Очки VR FPV DJI Googles 2 - 1 шт.

- Шлем VR BETA FPV - 10 шт.

- Видеоадаптер HDMI to AV, HDMI кабель (для подключения очков к симулятору) – 10 шт.

- Квадрокоптер DJI PHANTOM 4 MULTISPECTRAL (БВС вертолетного типа) – 1 шт

- Квадрокоптер DJI AVATA (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

- Квадрокоптер DJI NEO MOTION (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

- Квадрокоптер DJI MAVIC 2 MINI (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

- Квадрокоптер DJI MAVIC 2 PRO (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

- БПЛА смешанного типа «Titan Dynamics Cobra VTOL» (БВС смешанного типа) – 1 шт.

- БПЛА смешанного типа «Flightory SuperStingRay VTOL» (БВС смешанного типа) – 1 шт.

- БПЛА самолетного типа «Titan Dynamics Crane» (БВС самолетного типа) – 1 шт.

- БПЛА самолетного типа «SonicModel ArWingPro» (БВС самолетного типа) – 1 шт.

- Учебный Квадрокоптер ручного управления HappyModel Mobula 6 (БВС вертолетного типа) – 11 шт.

- Учебный Квадрокоптер ручного управления HappyModel Mobula 7 (БВС вертолетного типа) – 8 шт.

- Учебный Квадрокоптер ручного управления Happy Model Mobula 8 (БВС вертолетного типа) – 3 шт.

- Учебный Квадрокоптер BETA FPV CETUS LITE FPV KIT (БВС вертолетного типа) – 10 шт.

- Учебный Квадрокоптер BETAFPV CETUS LITE (WITHOUT FPV) KIT (БВС вертолетного

типа) – 3 шт.

- Комплект для самостоятельной сборки FPV 7-дюймового квадрокоптера (БВС вертолетного

типа) – 3 шт.:

1. Корпус (рама) из углеродного волокна (карбон) 7 дюймов «Mark4 7inch»
2. Видео-передатчик «VTX TS582000 5.8ГГц 2Вт»
3. Полетный контроллер «SpeedyBee F405V3 50A»
4. FPV камера «Caddx Ratel 2»
5. Радиоприемник «Bauck ELRS 2.4»
6. Складной пропеллер «DALPROP 7inch»
7. Комплект электромоторов (4шт.) «iFlight XING 2806.5 1800KV»

- Комплект для самостоятельной сборки FPV 7-дюймового квадрокоптера (БВС вертолетного типа) – 2 шт.:

1. Корпус (рама) из углеродного волокна (карбон) 7 дюймов «Mark4 7inch»;
2. Видео-передатчик «VTX TS582000 5.8ГГц 2Вт»;
3. Полетный контроллер «SpeedyBee F405V3 50A»;
4. FPV камера «Caddx Ratel 2»;
5. Радиоприемник «Bauck ELRS 2.4»;
6. Комплект Складных пропеллеров (4шт.) «DALPROP 7inch»;
7. Комплект электромоторов (4шт.) «Brotherhobby 2806.5 1920KV»

- Комплект средств и инструментов для технического обслуживания БАС - (10 шт.):

1. Термостойкий коврик для пайки и ремонта электроники
2. Паяльный набор инструментов (паяльник, набор наконечников, губка для чистки жала, проволока для пайки, пинцет, нож для снятия изоляции, припой, экстрактор припоя, подставка под паяльник, гель флюс, мультиметр, средство сухой очистки жала, средство влажной очистки жала, кусачки)

3. Набор инструментов для ремонта электроники (набор лопаток 8 шт., нож, набор магнитных отверток 8 шт., пинцет, присоска, медиатор 5 шт.)

4. Лампа настольная

5. Вентилятор настольный

6. Очки защитные

-Комплект запасных частей для - DJI PHANTOM

4 MULTISPECTRAL (БВС вертолетного типа) – 1 шт

-Комплект запасных частей для DJI AVATA (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

-Комплект запасных частей для DJI NEO MOTION (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

-Комплект запасных частей для DJI MAVIC 2 MINI (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

-Комплект запасных частей для DJI MAVIC 2 PRO (БВС вертолетного типа) – 1 шт.

-Комплект запасных частей для HappyModel Mobula 6 (БВС вертолетного типа) – 11 шт.

-Комплект запасных частей для управления HappyModel Mobula 7 (БВС вертолетного типа)

– 8 шт.

-Комплект запасных частей для HappyModel Mobula 8 (БВС вертолетного типа) – 3 шт.

-Комплект запасных частей для BETA FPV CETUS LITE FPV KIT (БВС вертолетного типа)

– 10 шт.

-Комплект запасных частей для BETA FPV CETUS LITE (WITHOUT FPV) KIT (БВС вертолетного типа) – 3 шт.

- Комплект запасных частей для самосборного FPV 7-дюймового квадрокоптера – 5 шт.

- Комплект запасных частей для «Titan Dynamics Cobra VTOL» (БВС смешанного типа) – 1

шт.

- Комплект запасных частей для «Flightory SuperStingRay VTOL» (БВС смешанного типа) –

1 шт.

- Комплект запасных частей для «Titan Dynamics Crane» (БВС самолетного типа) – 1 шт.

- Комплект запасных частей для «SonicModel ArWingPro» (БВС самолетного типа) – 1 шт.

- Программное обеспечение для обработки полётной информации):

1. DJI FLY на 20 рабочих мест

2. DJI GO4 на 20 рабочих мест

3. DJI PILOT на 20 рабочих мест
4. DJI GS PRO на 20 рабочих мест
5. DJI TERRA на 20 рабочих мест
6. DJI LIGHTCUT

на 20 рабочих мест

- IMAGE COMPOSITE EDITOR на 20 рабочих мест
- WEB OPEN DRONE MAP на 20 рабочих мест
- ARDUPILOT MISSION PLANNER на 20 рабочих мест
- PIX4D CAPTURE на 20 рабочих мест
- PIX4DMATIC на 20 рабочих мест
- INAV на 20 рабочих мест
- BETAFLIGHT на 20 рабочих мест
- АВИАТОР+ на 20 рабочих мест
- СППИ на 20 рабочих мест
- НЕБОСВОД на 20 рабочих мест
- Набор круглых подвесных колец (ворот) (50см) «LDARC» для тренировок и соревнований

на FPV квадрокоптерах - 10 шт.

- Аккумулятор GNB 1S LiPo 380 Mah - 30 шт.
- Аккумулятор GNB 2S LiPo 850 Mah - 5 шт.
- Аккумулятор GNB 2S LiPo 650 Mah - 2 шт.
- Аккумулятор Lipo 6S 6500Mah 60C XT60 «Youme» - 5 шт.
- Аккумулятор BETA FPV 1S LiPo 450 Mah - 12 шт.
- Аккумулятор GNB 1S LiHv 660 Mah - 10 шт.
- Зарядное устройство (67W, Type C - 2 выхода, USB-A- 2 выхода) - 10 шт.
- Зарядное устройство для 1S LiPo «ViFLY WHOOPSTAR v3» - 5 шт.
- Зарядное устройство для 2S-6S литиевых аккумуляторов «HTRC C240» - 1 шт.
- Полезная нагрузка (система сброса) для DJI MAVIC 2 PRO -1 шт.
- Смартфон SAMSUNG GALAXY A7 - 1 шт.
- Планшет IPAD MINI 7 - 1 шт.
- Монитор FPV MONITOR 5.8G - 1 шт.
- Взлётно-посадочная площадка – 2шт.

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины **«Помехоустойчивость мехатронных и робототехнических систем»** можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. **Лекции** дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на **понимание смысла** основных понятий, определений. Затем нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

**Помехоустойчивость мехатронных и робототехнических
систем**

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Николаев Юрий Николаевич

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)