

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

\_\_\_\_\_ Страхов С.Ю.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Направление/специальность подготовки \_\_\_\_\_ 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

Специализация/профиль/программа подготовки \_\_\_\_\_ Системы управления ракет

Уровень высшего образования \_\_\_\_\_ Специалитет

Форма обучения \_\_\_\_\_ Очная

Факультет \_\_\_\_\_ И Информационные и управляющие системы

Выпускающая кафедра \_\_\_\_\_ ИЗ Системы управления и компьютерные технологии

Кафедра-разработчик рабочей программы \_\_\_\_\_ ИЗ Системы управления и компьютерные технологии

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	34	0	0	34	74	0	0	74	зач.
5	9	3	108	34	0	0	34	74	36	0	38	диф. зач.
ВСЕГО		6	216	68	0	0	68	148	36	0	112	

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**24.05.06 Системы управления летательными аппаратами**

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра ИЗ Системы управления и компьютерные технологии  
Куликов Денис Борисович, старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **ИЗ Системы управления и компьютерные технологии**

Заведующий кафедрой Сырцев А.Н., д.воен.н., снс

\_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**ИЗ Системы управления и компьютерные технологии**

Заведующий кафедрой Сырцев А.Н., д.воен.н., снс

\_\_\_\_\_

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

### **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-2 — Способен составлять научно-технические отчеты, подготавливать обзоры и публикации, составлять практические рекомендации по результатам выполненных исследований

ПК-4 — Способен проектировать подсистемы и элементы систем управления ракет и других летательных аппаратов

ПК-5 — Способен разрабатывать алгоритмы и программное обеспечение для системы управления летательным аппаратом и математических моделей систем управления

ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-3 — Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью

ОПК.Д-10 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ОПК.Д-3 — Способен самостоятельно решать задачи управления в специальных организационно-технических системах на базе последних достижений науки и техники

ОПК.Д-6 — Способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления

ОПК.Д-7 — Способен аргументированно выбирать и обосновывать, а также разрабатывать схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения управления сложными техническими объектами и технологическими процессами и реализовывать их на практике

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ПК-2**

*знания:*

ГОСТ и другой нормативной документации для подготовки научно-технических отчетов;;

*умения:*

составлять технические описания разработанного аппаратно-программного обеспечения;;

*навыки:*

оформления в соответствии с государственными стандартами проектной документации, представления и защиты разработанного проекта.

## **ПК-4**

*знания:*

принципы и методику синтеза структуры и выбора элементной базы КФС, построения принципиальных электрических схем, разработки алгоритмов и создания рабочих и тестовых программ для КФС;

*умения:*

применять различные способы подключения КФС к измерительным и исполнительным устройствам авиационных комплексов;;

разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения

микропроцессорных систем автоматизации и управления ракет и других летательных аппаратов;;;

## **ПК-5**

*знания:*

методики и средств разработки алгоритмов и создания рабочих и тестовых программ для КФС;

*умения:*

создавать и отлаживать программы для КФС;;

*навыки:*

разработки информационного и алгоритмического обеспечения бортовых микропроцессорных систем автоматизации и управления авиационных комплексов.

## **ОПК-2**

*знания:*

архитектуры и возможностей микропроцессорных систем (МПС) и киберфизических систем(КФС), состояния современной элементной базы;;

*умения:*

выбирать элементную базу для построения МПС,КФС, создавать и отлаживать программы для МПС и КФС;

*навыки:*

разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения микропроцессорных систем автоматизации и управления;...

### **ОПК-3**

*знания:*

состава нормативно-технической документации, связанной с разработкой и применением микропроцессорных систем;

*умения:*

формировать требования и составлять технические описания КФС;;

*навыки:*

формирования технического задания на проектирование КФС..

### **ОПК.Д-10**

*знания:*

архитектуры и возможностей микропроцессорных систем (МПС) и киберфизических систем(КФС), состояния современной элементной базы;;

*умения:*

выбирать элементную базу для построения МПС,КФС, создавать и отлаживать программы для МПС и КФС;

*навыки:*

разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения микропроцессорных систем автоматизации и управления;...

### **ОПК.Д-3**

*знания:*

Методологии решения задач управления, возможности и характеристики современной элементной базы;

*умения:*

Выбирать подходящую методы решения задач управления и элементную базу;

*навыки:*

проектирования управляющих устройств для.

### **ОПК.Д-6**

*знания:*

Видов научных публикаций и источников научно-технической информации;

*умения:*

Подобрать научно-техническую информацию описывающий подходящие принципы для проектирования систем управления, содержащий информацию с характеристиками и принципами работы элементной базы;

*навыки:*

поиска, анализа, сбора и обобщения собранной научно-технической информации..

### **ОПК.Д-7**

*знания:*

Типовых решений систем управления сложными объектами и технологическими процессами;

*умения:*

Разрабатывать схемотехнические и аппаратно-программные решения управления сложными техническим объектами;

*навыки:*

Построение КФС, отладки работы законов управления и программных алгоритмов..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **АРХИТЕКТУРА ЭВМ И СИСТЕМ, АППАРАТНО-ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК.Д-10 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %								
				ВСЕГО	Практические занятия		ПК-2	ПК-4	ПК-5	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-Д-10	ОПК-Д-3	ОПК-Д-6	ОПК-Д-7
4	8	Раздел 1. Введение. 1.1.Этапы развития средств вычислительной техники (ВТ) и микропроцессоров (МП). Классификация. 1.2.Типовая структурная схема МП устройства. Назначение и состав основных узлов. 1.3. Области применения МП. Использование МП в системах автоматического управления ( САУ). 1.4. Взаимодействие аппаратных и программных средств МП систем.	10	4	4	6	0	0	0	20	0	20	10	0	0
4	8	Раздел 2. Обзор микропроцессоров, ориентированных на решение задач управления. 2.1.Микропроцессоры управления потоками событий. 2.2. Микропроцессоры управления потоками данных. 2.3. Микропроцессоры для цифровой обработки сигналов. 2.4..Нейро микропроцессоры. 2.5. Микропроцессоры с функциями нечеткой логики.	18	6	6	12	0	20	10	20	0	20	10	0	0
4	8	Раздел 3. Однокристалльные микро-ЭВМ семейства MCS-51. 3.1.Архитектура однокристалльных микро-ЭВМ семейства MCS-51. 3.2.Организация внутренней и внешней памяти MCS-51. Способы адресации внутренней и внешней памяти MCS-51. 3.3.Порты ввода-вывода MCS-51. Особенности работы, программирование.	14	4	4	10	0	0	10	20	0	20	10	0	0
4	8	Раздел 4. Периферия MCS-51. 3.4.Таймеры T0, T1 и T2 MCS-51. Режимы работы, программирование. 3.5.Массив программируемых счетчиков - PCA. Режимы работы, программирование. 3.6.Последовательный связной адаптер MCS-51. Режимы работы, программирование. 3.7.Контроллер прерываний MCS-51. Особенности работы, программирование. 3.8.Режимы работы	14	4	4	10	0	0	10	5	0	5	0	0	0

		MCS-51. Управление энергопотреблением. Насхемная эмуляция.													
4	8	<b>Раздел 5. Система команд MCS-51.</b> 4.1. Команды пересылки. 4.2. Команды арифметических и логических операций. 4.3. Команды передачи управления. 4.4. Команды операций над битами.	14	4	4	10	0	0	0	5	0	5	0	0	0
4	8	<b>Раздел 6. Развитие архитектуры MCS51.</b> Развитие архитектуры MCS51. 5.1. Аналого-цифровой преобразователь: режимы работы, программирование. 5.2. Сторожевой таймер. Особенности использования в различных режимах работы. 5.3. Средства реконфигурирования портов ввода-вывода. Программирование.	14	4	4	10	0	0	0	5	0	5	0	0	0
4	8	<b>Раздел 7. Микроконтроллеры STM-8.</b> Описание семейства STM8 Программная модель, основные регистры Описание архитектуры.	12	4	4	8	0	0	10	5	0	5	10	0	0
4	8	<b>Раздел 8. Средства поддержки разработчика.</b> Жизненный цикл проекта по разработки микропроцессорной системы Жизненный цикл микропроцессорной системы Характеристики вычислительных платформ от МК до ЦПУ Платформы МК Средства разработки и отладки Оценочные платы/эволюционные платы.	12	4	4	8	0	20	20	5	0	5	10	0	0
<b>Всего за 8 семестр</b>			108	34	34	74	0	40	60	85	0	85	50	0	0
5	9	<b>Раздел 9. Проектирование МПС управления.</b> 10.1. Основные этапы проектирования и их содержание. 10.2. Функциональная спецификация. 10.3. Проектная спецификация.	20	2	2	18	30	20	0	5	30	5	10	35	30
5	9	<b>Раздел 10. Формирование принципиальной электрической схемы МПС.</b> 11.1. Выбор датчиков и исполнительных устройств МПС. 11.2. Выбор МК. 11.3. Выбор источников питания. 11.4. Построение принципиальной электрической схемы.	38	16	16	22	30	20	0	5	40	5	20	35	40
5	9	<b>Раздел 11. Разработка программного обеспечения МПС.</b> 11.1. Выбор датчиков и исполнительных устройств МПС. 11.2. Выбор МК. 11.3. Выбор источников питания. 11.4. Построение принципиальной электрической схемы.	50	16	16	34	40	20	40	5	30	5	20	30	30
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	34	34	74	100	60	40	15	100	15	50	100	100
<b>Всего по дисциплине</b>			216	68	68	148	100	100	100	100	100	100	100	100	100

### 3.2. Аудиторный практикум



№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение.	Введение в КФС,МПС	2
2		Управление светодиодом с помощью кнопки. Работа №1	2
3	Раздел 2. Обзор микропроцессоров, ориентированных на решение задач управления.	Введение в микропроцессоры	2
4		Синхронизация с использованием программной задержки Работа №2	2
5		Синхронизация с использованием прерываний Работа №3	2
6	Раздел 3. Однокристалльные микро-ЭВМ семейства MCS-51.	Однокристалльные микро-ЭВМ семейства MCS-51.	2
7		Изучение режимов энергосбережения.	2
8	Раздел 4. Периферия MCS-51.	Периферия MCS-51	2
9		Изучение режимов энергосбережения. Работа №4	2
10	Раздел 5. Система команд MCS-51.	Система команд MCS-51.	2
11		Синхронизация с использованием флага. Работа №5	2
12	Раздел 6. Развитие архитектуры MCS51.	Развитие архитектуры MCS51.	2
13		Исследование широтно-импульсной модуляции. Работа №6	2
14	Раздел 7. Микроконтроллеры STM-8.	Микроконтроллеры STM-8	2
15		Программная реализация ШИМ с управлением от кнопки. Работа №7	2
16	Раздел 8. Средства поддержки разработчика.	Средства поддержки разработчика.	2
17		Аппаратная реализация ШИМ Работа №8	2
Всего за 8 семестр			34
18	Раздел 9. Проектирование МПС управления.	Знакомство с содержанием основных этапов проектирования МПС. Формирование заданий на курсовое проектирование.	2
19	Раздел 10. Формирование принципиальной электрической схемы МПС.	Знакомство с характеристиками основных типов датчиков и особенностями их подключения к МПС.	4
20		Знакомство с характеристиками исполнительных устройств и особенностями их подключения к МПС.	2
21		Знакомство с различными способами электрического и информационного согласования датчиков с МПС.	2
22			Построение структурной схемы МПС управления.
23		Знакомство с различными способами электрического согласования исполнительных устройств с МПС.	2
24		Формирование принципиальной электрической схемы МПС управления.	4
25		Раздел 11. Разработка программного обеспечения МПС.	Построение программы ввода и обработки сигналов дискретных датчиков.
26	Построение программы ввода и обработки сигналов цифровых датчиков.		2
27	Построение программы ввода и обработки сигналов импульсных датчиков.		2
28	Построение программы ввода и обработки сигналов аналоговых датчиков.		2
29	Построение программы для МПС управления электроприводом в непрерывном режиме.		2
30	Построение программы для МПС управления электроприводом в режиме ШИМ.		2
31	Построение программы для МПС управления электроприводом в режиме ЧИМ.		2
32	Защита курсовых проектов, тестирование		2
Всего за 9 семестр			34

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	6
2	Раздел 2. Обзор микропроцессоров, ориентированных на решение задач управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	12
3	Раздел 3. Однокристалльные микро-ЭВМ семейства MCS-51.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение практической работы.	10
4	Раздел 4. Периферия MCS-51.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение практической работы.	10
5	Раздел 5. Система команд MCS-51.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение практической работы.	10
6	Раздел 6. Развитие архитектуры MCS51.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение практической работы.	10
7	Раздел 7. Микроконтроллеры STM-8.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение практической работы.	8
8	Раздел 8. Средства поддержки разработчика.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение практической работы.	8
Всего за 8 семестр			74
9	Раздел 9. Проектирование МПС управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	8
10		Выполнение курсового проекта. Выбор темы. Анализ доступной элементной базы.	10
11	Раздел 10. Формирование принципиальной электрической схемы МПС.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	10
12		Выполнение курсового проекта	12
13	Раздел 11. Разработка программного обеспечения МПС.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	12
14		Выполнение и подготовка к защите курсового проекта	22
Всего за 9 семестр			74

### 3.4. Курсовой проект

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ постановки задачи, выбор и обоснование микроконтроллера	1 - 3	3
Этап 2. Разработка функциональной электрической схемы устройства	4 - 6	6
Этап 3. Разработка алгоритма функционирования устройства	7 - 9	6
Этап 4. Разработка и отладка программы	10 - 13	8
Этап 5. Оформление расчетно-пояснительной записки и графического иллюстративного материала	14 - 15	9
Этап 6. Подготовка доклада и защита курсового проекта	16 - 17	4
<b>Всего за 9 семестр</b>		<b>36</b>

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8		Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ		ДР	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ		ДР	Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	Отч. по ПЗ	ДР	зач.
9			ТекК	Отч. по ПЗ		ДР	Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ	ДР		Отч. по ПЗ		Отч. по ПЗ		ДР	КП, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- КП – курсовой проект;
- зач. – зачет;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Организация взаимодействия управляющей ЦВМ с датчиками и исполнительными устройствами. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
2. А. К. Нарышкин. . Цифровые устройства и микропроцессоры. М.: Академия, 2008, 200 экз.
3. А. Н. Степанов. . Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей. СПб.: Питер, 2007, 60 экз.
4. В. Д. Вавилов. . Микросистемные датчики физических величин. Москва: Техносфера, 2018, эл. рес.
5. В. И. Юров. . Assembler. СПб.: Питер, 2010, эл. рес.
6. Е. К. Александров, Р. И. Грушвицкий, М. С. Куприянов. . Микропроцессорные системы. СПб.: Политехника, 2002, 31 экз.
7. О. М. Соснин, А. Г. Схиртладзе. . Средства автоматизации и управления. М.: Академия, 2014, 30 экз.
8. С. А. Лосев. . Микропроцессорные системы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
9. С. А. Лосев. . Микропроцессорные средства. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
10. С. А. Лосев. . Построение информационно-измерительных систем на базе МК STM8. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, эл. рес.
11. С. А. Лосев. . Микропроцессорные системы и устройства. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

не требуются.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. [https://www.voenmeh.ru/images/docs/norm\\_docs\\_stud/Polozhenie\\_KRKP\\_2.0.pdf](https://www.voenmeh.ru/images/docs/norm_docs_stud/Polozhenie_KRKP_2.0.pdf) - Положение по содержанию, оформлению, организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ БГТУ.

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

### Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

### 5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

### 5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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

### **6.1. Практические занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению 24.05.06 *Системы управления летательными аппаратами*. Дисциплина реализуется на факультете И Информационные и управляющие системы БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой ИЗ Системы управления и компьютерные технологии.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПК-2 Способен составлять научно-технические отчеты, подготавливать обзоры и публикации, составлять практические рекомендации по результатам выполненных исследований;

ПК-4 Способен проектировать подсистемы и элементы систем управления ракет и других летательных аппаратов;

ПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и программное обеспечение для системы управления летательным аппаратом и математических моделей систем управления;

ОПК-2 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК-3 Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью;

ОПК.Д-10 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности;

ОПК.Д-3 Способен самостоятельно решать задачи управления в специальных организационно-технических системах на базе последних достижений науки и техники;

ОПК.Д-6 Способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления;

ОПК.Д-7 Способен аргументированно выбирать и обосновывать, а также разрабатывать схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения управления сложными техническими объектами и технологическими процессами и реализовывать их на практике.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с проектированием микропроцессорных автоматических и автоматизированных систем контроля и управления различными объектами, разработкой их технического, информационного и программного обеспечения для ракет и других беспилотных летательных аппаратов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- курсовой проект.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- зачет;
- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч**. Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**68 ч**), самостоятельная работа студента (**148 ч**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 148 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Введение.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	А. Н. Степанов. . Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей: СПб.: Питер, 2007 (Глава 16) С. А. Лосев. . Микропроцессорные системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (подразделы 1.1-1.4)	6
Итого по разделу 1		6
<b>Раздел 2. Обзор микропроцессоров, ориентированных на решение задач управления.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе	О. М. Соснин, А. Г. Схиртладзе. . Средства автоматизации и управления: М.: Академия, 2014 (парагр. 1.3) С. А. Лосев. . Микропроцессорные системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Раздел 1) А. К. Нарышкин. . Цифровые устройства и микропроцессоры: М.: Академия, 2008 (глава 22)	12
Итого по разделу 2		12
<b>Раздел 3. Однокристалльные микро-ЭВМ семейства MCS-51.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение практической работы.	А. К. Нарышкин. . Цифровые устройства и микропроцессоры: М.: Академия, 2008 (парагр. 22.2) С. А. Лосев. . Микропроцессорные системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (подраздел 2.1)	10
Итого по разделу 3		10
<b>Раздел 4. Периферия MCS-51.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение практической работы.	А. К. Нарышкин. . Цифровые устройства и микропроцессоры: М.: Академия, 2008 (парагр. 22.2) С. А. Лосев. . Микропроцессорные системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (подраздел 2.1)	10
Итого по разделу 4		10
<b>Раздел 5. Система команд MCS-51.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение практической работы.	С. А. Лосев. . Микропроцессорные системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (подраздел 2.3, раздел 3) В. И. Юров. . Assembler: СПб.: Питер, 2010 (весь текст)	10
Итого по разделу 5		10



Раздел 6. Развитие архитектуры MCS51.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение практической работы.	С. А. Лосев. . Микропроцессорные системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (подразделы 3.12, 3.13) . Организация взаимодействия управляющей ЦВМ с датчиками и исполнительными устройствами: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (весь текст)	10
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Микроконтроллеры STM-8.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение практической работы.	С. А. Лосев. . Построение информационно-измерительных систем на базе МК STM8: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Весь текст)	8
Итого по разделу 7		8
Раздел 8. Средства поддержки разработчика.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по конспектам лекций и рекомендуемой литературе. Выполнение практической работы.	А. К. Нарышкин. . Цифровые устройства и микропроцессоры: М.: Академия, 2008 (параграф 22.2) С. А. Лосев. . Микропроцессорные системы и устройства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (раздел 3)	8
Итого по разделу 8		8
Раздел 9. Проектирование МПС управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	С. А. Лосев. . Микропроцессорные системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Глава 1) Е. К. Александров, Р. И. Грушвицкий, М. С. Куприянов. . Микропроцессорные системы: СПб.: Политехника, 2002 (Глава 8)	8
Выполнение курсового проекта. Выбор темы. Анализ доступной элементной базы.	С. А. Лосев. . Микропроцессорные средства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Введение)	10
Итого по разделу 9		18
Раздел 10. Формирование принципиальной электрической схемы МПС.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	С. А. Лосев. . Микропроцессорные системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Глава 1) С. А. Лосев. . Микропроцессорные средства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Введение) Е. К. Александров, Р. И. Грушвицкий, М. С. Куприянов. . Микропроцессорные системы: СПб.: Политехника, 2002 (Глава 8)	10
Выполнение курсового проекта		12
Итого по разделу 10		22
Раздел 11. Разработка программного обеспечения МПС.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по материалам практических занятий и рекомендуемой литературе	С. А. Лосев. . Микропроцессорные системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (подразделы 1.1-1.4) С. А. Лосев. . Микропроцессорные средства: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (разделы 1-11) С. А. Лосев. . Построение информационно-измерительных систем на базе МК STM8: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (весь текст) О. М. Соснин, А. Г. Схиртладзе. . Средства автоматизации и управления: М.: Академия, 2014 (главы 2-4) Е. К. Александров, Р. И. Грушвицкий, М. С. Куприянов. . Микропроцессорные системы: СПб.: Политехника, 2002 (Часть 1)	12
Выполнение и подготовка к защите курсового проекта		22



	В. Д. Вавилов. . Микросистемные датчики физических величин: Москва: Техносфера, 2018 (части 1,2)	
Итого по разделу 11		34

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- отчет по практическому заданию;
- вопросы для текущего контроля;
- курсовой проект;
- зачет;
- дифференцированный зачет.

### **Критерии оценивания**

#### **Диагностическая работа**

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### **Отчет по практическому заданию**

Наличие кода на языке программирования, если он явно указан в задании.

Наличие кода на выбор студента asm/с, если в задании явно не указан язык программирования.

Наличие временных диаграмм, в работах, где требуется определять временные интервалы времени.

Скриншоты работы симулятора для отображения режимов работы программы.

#### **Вопросы для текущего контроля**

Вопросы по разделам дисциплины.

#### **Курсовой проект**

Оформление согласно ГОСТ 7.32—2017.

Курсовой проект выполняется в соответствии с индивидуальным техническим заданием.

Общие требования к выполнению и оформлению курсового проекта определяются «Положением по содержанию, оформлению, организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ БГТУ».

Для обеспечения текущего контроля работы студента в течение семестра устанавливаются сроки выполнения этапов курсового проекта. Результаты выполнения отдельных этапов могут учитываться при определении итоговой оценки на защите проекта.

Основанием для недопуска курсового проекта к защите могут быть:

- неполное или неверное выполнение технического задания;
- отсутствие предусмотренных заданием графических материалов или несоответствие их ГОСТ или ТУ;
- несоответствие пояснительной записки установленным требованиям.

Оценка за курсовой проект выставляется по результатам его защиты студентом перед ответственным преподавателем или комиссией, назначенной заведующим кафедрой. Защита курсового проекта предусматривает краткий доклад студента и ответы его на вопросы, связанные с порядком выполнения проекта и темами учебной дисциплины, охваченными проектом.

Количественные требования к содержанию работы.

Количество элементов КФС датчиков, исполнительных устройств, средств индикации и взаимодействия с пользователем. (минимум 3)

Разнообразие различных элементов КФС. (минимум 3)

Количество использованных видов подключения, и использованных цифровых интерфейсов. (минимум 2)

Количество режимов работы управляющих устройств. (минимум 3)

Использованные средства разработки и симуляции. (достаточно использовать системы для учебных целей: Multisim, Flowcode, SimulIDE, Digital, Wokwi, ArduinoIDE и другие, желательно профессиональных средств: CubeIDE, Proteus, Keil и другие.

Наличие программных тестов.

Наличие режима самодиагностики.

Наличие собственной разработки программного обеспечения для эмуляции, различных элементов системы и тестирования внешнего окружения.

#### **Зачет (семестр 8)**

Оформляется при условии выполнения, демонстрации и защиты практических работ.

### **Дифференцированный зачет (семестр 9)**

Дифференцированный зачет оформляется при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий на 9 семестр.

Дифференцированный зачет с оценкой «хорошо» или «отлично» выставляется студентам, планомерно и успешно освоившим содержание учебной дисциплины, при условии защиты курсового проекта и успешного прохождения тестирования в срок до начала сессии.

Оценка за дифференцированный зачет определяется как среднее арифметическое оценок за курсовой проект и тестирование. При округлении приоритет принадлежит оценке за курсовой проект.

Преподавателю предоставляется право повышения оценки с учетом проявленных в процессе изучения дисциплины личностных качеств студента.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме		Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %									НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Практические занятия		ПК-2	ПК-4	ПК-5	ОПК-2	ОПК-3	ОПК-Д-10	ОПК-Д-3	ОПК-Д-6	ОПК-Д-7	
4	8	Раздел 1. Введение.	10	4	4	6	0	0	0	20	0	20	10	0	0	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 2. Обзор микропроцессоров, ориентированных на решение задач управления.	18	6	6	12	0	20	10	20	0	20	10	0	0	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 3. Однокристалльные микро-ЭВМ семейства MCS-51.	14	4	4	10	0	0	10	20	0	20	10	0	0	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 4. Периферия MCS-51.	14	4	4	10	0	0	10	5	0	5	0	0	0	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 5. Система команд MCS-51.	14	4	4	10	0	0	0	5	0	5	0	0	0	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 6. Развитие архитектуры MCS51.	14	4	4	10	0	0	0	5	0	5	0	0	0	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 7. Микроконтроллеры STM-8.	12	4	4	8	0	0	10	5	0	5	10	0	0	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
4	8	Раздел 8. Средства поддержки разработчика.	12	4	4	8	0	20	20	5	0	5	10	0	0	Вопросы для текущего контроля, Отчет по практическому заданию
Всего за 8 семестр			108	34	34	74	0	40	60	85	0	85	50	0	0	

5	9	<b>Раздел 9. Проектирование МПС управления.</b>	20	2	2	18	30	20	0	5	30	5	10	35	30	Вопросы для текущего контроля, Курсовой проект
5	9	<b>Раздел 10. Формирование принципиальной электрической схемы МПС.</b>	38	16	16	22	30	20	0	5	40	5	20	35	40	Вопросы для текущего контроля, Курсовой проект
5	9	<b>Раздел 11. Разработка программного обеспечения МПС.</b>	50	16	16	34	40	20	40	5	30	5	20	30	30	Вопросы для текущего контроля, Курсовой проект
<b>Всего за 9 семестр</b>			108	34	34	74	100	60	40	15	100	15	50	100	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			216	68	68	148	100	100	100	100	100	100	100	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ПРОЕКТИРОВАНИЕ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**ПК-2 - Способен составлять научно-технические отчеты, подготавливать обзоры и публикации, составлять практические рекомендации по результатам выполненных исследований**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Как структурировать раздел «Практические рекомендации» в отчёте по исследованию энергоэффективности МПС, чтобы выводы были внедряемы инженерами-разработчиками?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Какие элементы обязательны для включения в научную публикацию по результатам сравнительного анализа архитектур МПС, чтобы обеспечить воспроизводимость исследования?
- № 3 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие разделы обязательны для включения в практические рекомендации по результатам исследования надёжности МПС?  
А) Конкретные значения порогов срабатывания защит (температура, напряжение, время)  
Б) Алгоритмы действий при обнаружении аномалий (перезагрузка, переключение резерва, уведомление)  
В) Ссылки на верифицирующие эксперименты или расчёты, подтверждающие эффективность мер  
Г) Общие фразы о необходимости повышения квалификации персонала
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие действия повышают научную ценность и цитируемость публикации по результатам исследования МПС?  
А) Открытая публикация исходных данных и скриптов обработки в репозитории с DOI  
Б) Чёткое описание ограничений исследования и условий, при которых выводы неприменимы  
В) Сопоставление результатов с работами других авторов и обсуждение причин расхождений  
Г) Избегание ссылок на собственные предыдущие работы для снижения самоцитирования
- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установите соответствие между разделом научно-технического отчёта и его содержанием при описании исследования МПС.

### Список 1:

1. Введение
2. Методика исследования
3. Результаты и обсуждение
4. Практические рекомендации

### Список 2:

- А. Сравнительные графики энергопотребления, анализ причин расхождений с моделями, оценка статистической значимости
- Б. Обоснование актуальности, формулировка цели, задач и границ исследования
- В. Конкретные указания по выбору режимов сна, конфигурации периферии и порогов переключения алгоритмов
- Г. Описание стенда, инструментов измерения, тестовых сценариев, параметров выборки и методов обработки данных

- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установите соответствие между типом публикации и её целевой аудиторией/задачей в области МПС.
- Список 1:**

1. Научная статья в рецензируемом журнале
2. Технический отчёт (Technical Report)
3. Обзорная статья (Survey/Review)
4. Доклад на отраслевой конференции

### Список 2:

- А. Детальное описание методики, исходных данных и результатов для экспертного сообщества с целью верификации
- Б. Систематизация современных подходов, выявление трендов и «белых пятен» для исследователей и разработчиков
- В. Практико-ориентированное изложение кейса с акцентом на применимость, экономию и уроки внедрения

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность этапов подготовки научно-технического отчёта по результатам исследования помехоустойчивости МПС.

- А. Формулировка выводов и практических рекомендаций для конструкторов и программистов
- Б. Проведение экспериментов по ГОСТ ИЕС 61000-4, сбор и первичная обработка данных
- В. Определение целей, критериев оценки и методики испытаний в соответствии с ТЗ
- Г. Структурирование отчёта, написание текста, оформление графиков, таблиц и приложений

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите порядок действий при подготовке обзорной публикации по трендам в области RISC-V для встраиваемых систем.

- А. Критический анализ: сравнение архитектур, оценка зрелости инструментов, выявление ограничений
- Б. Систематический поиск и отбор источников (базы данных, патенты, документация вендоров)
- В. Формулировка структуры обзора и ключевых вопросов для сравнения (производительность, экосистема, лицензирование)
- Г. Синтез выводов: прогноз развития, рекомендации для внедрения в отечественные разработки

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой элемент отчёта наиболее критичен для подтверждения достоверности экспериментальных данных по времени отклика МПС?

- А) Цветовое оформление графиков
- Б) Указание погрешности измерительного оборудования и условий тестирования
- В) Количество страниц в приложении
- Г) Использование логотипа организации на титульном листе

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой стиль изложения предпочтителен для раздела «Практические рекомендации» в техническом отчёте по МПС?

- А) Эмоционально-оценочный с призывами к действию
- Б) Императивный с чёткими количественными критериями и условиями применимости
- В) Философский с рассуждениями о будущих тенденциях
- Г) Рекламный с акцентом на преимущества конкретного вендора

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой критерий наиболее важен при отборе источников для обзорной публикации по методам снижения энергопотребления в МПС?

- А) Год публикации не старше 3–5 лет для учёта современных технологий
- Б) Наличие графической абстрактной иллюстрации в статье
- В) Количество соавторов в публикации
- Г) Страна происхождения первого автора

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие требования предъявляются к оформлению графиков в научно-техническом отчёте по исследованию МПС?

- А) Подписи осей с указанием физических величин и единиц измерения
- Б) Легенда с пояснением обозначений кривых и условий эксперимента
- В) Указание доверительных интервалов или погрешности при наличии статистической обработки
- Г) Использование только чёрно-белой палитры для экономии чернил при печати

**ПК-4 - Способен проектировать подсистемы и элементы систем управления ракет и других летательных аппаратов**

№ 1 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите порядок разработки и валидации прошивки бортового вычислителя для ЛА.

- А. Статический анализ кода, верификация требований и модульное тестирование (MIL/SIL)
- Б. Формализация требований к ПО, распределение по уровням критичности (DAL/KB)
- В. Интеграция на целевом процессоре, HIL-тестирование с эмулятором датчиков и приводов
- Г. Лётные испытания, анализ телеметрии и утверждение релиза для серии

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Как технически обосновать выбор микроконтроллера с радиационной стойкостью (RAD-tolerant/RAD-hard) для бортового вычислителя ракеты-носителя?

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Каким образом обеспечивается детерминизм времени отклика в распределённой системе управления ЛА при множестве асинхронных шин обмена?

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между подсистемой системы управления ЛА и ключевым требованием к её проектированию.

**Список 1:**

1. Бортовой вычислительный комплекс (БВК)
2. Инерциальная навигационная система (ИНС)
3. Рулевые электроприводы
4. Система диагностики и мониторинга

**Список 2:**

- А. Точность измерений угловых скоростей и ускорений, компенсация температурного дрейфа, фильтрация шумов
- Б. Детерминированное время выполнения алгоритмов, аппаратная избыточность, устойчивость к SEU/SEL
- В. Высокая быстродействующая реакция на команды, линейность характеристик, резервирование силовых каналов
- Г. Непрерывный контроль параметров «здоровья» узлов, прогнозирование остаточного ресурса, безопасная деградация

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между методом повышения надёжности и его реализацией в подсистемах управления ЛА.

**Список 1:**

1. Структурное резервирование
2. Информационная защита
3. Алгоритмическая отказоустойчивость
4. Термическая стабилизация

**Список 2:**

- А. Горячий/холодный дубль вычислителей, переключение при рассинхронизации, маскирование одиночных отказов
- Б. Коды Хэмминга/CRC в ОЗУ, ECC для внешней памяти, контроль целостности прошивки
- В. Сравнение результатов 2/3 или 3/5 каналов, отбраковка «выбросов», формирование безопасного выходного сигнала
- Г. Пассивные радиаторы, тепловые трубки, расчёт теплоотвода в вакууме/разреженной атмосфере

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность этапов проектирования отказоустойчивого канала управления рулевым приводом ракеты.

- А. Моделирование динамики привода и синтез алгоритмов управления
- Б. Выбор элементной базы с учётом радиационной стойкости и температурных режимов
- В. Внедрение аппаратного и программного резервирования, настройка логики переключения
- Г. Проведение HALT/HASS испытаний и верификация на вибростендах/термокамерах

**Ответ:** Б → А → В → Г

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой принцип проектирования наиболее критичен для обеспечения безопасности системы управления при выходе из строя основного вычислителя ракеты-носителя?

- А) Модульность программного кода
- Б) Аппаратное резервирование с независимым каналом и логикой голосования
- В) Увеличение тактовой частоты процессора
- Г) Использование открытых операционных систем общего назначения

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какое требование к элементной базе МПС является обязательным при проектировании систем управления для высотных и космических ЛА?

- А) Поддержка интерфейса USB 3.0



- Б) Радиационная стойкость (устойчивость к SEU, SEL и суммарной дозе TID)  
 В) Наличие встроенного графического ускорителя  
 Г) Возможность работы при напряжении 5 В  $\pm 10\%$
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
 Какой метод синтеза алгоритмов управления обеспечивает устойчивость ЛА при значительном изменении аэродинамических характеристик в процессе полёта?  
 А) Жёсткое программирование ПИД-коэффициентов на этапе сборки  
 Б) Адаптивное или робастное управление с онлайн-идентификацией параметров объекта  
 В) Увеличение коэффициента усиления до предела насыщения приводов  
 Г) Перевод всех контуров в разомкнутый режим на участке выведения
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
 Какие факторы необходимо учитывать при проектировании подсистемы питания бортовой МПС для ракеты-носителя?  
 А) Пусковые перегрузки и вибрационные нагрузки, влияющие на контактность разъёмов и паяных соединений  
 Б) Пульсации напряжения при коммутации мощных приводов и необходимость многоуровневой фильтрации  
 В) Резкие перепады температуры при прохождении плотных слоёв атмосферы и выходе в вакуум  
 Г) Совместимость с бытовыми стандартами зарядки USB-C PD
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
 Какие меры обеспечивают функциональную безопасность ПО системы управления ЛА в соответствии с отраслевыми стандартами?  
 А) Покрытие кода модульными тестами  $\geq 90\%$  и проверка граничных условий  
 Б) Использование глобальных переменных для ускорения обмена данными между задачами RTOS  
 В) Реализация механизмов контроля целостности памяти (CRC, ECC, независимый watchdog)  
 Г) Документирование трассировки требований от ТЗ до каждой строки критического кода
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
 Какие требования предъявляются к проектированию интерфейсов обмена данными в распределённой системе управления современным ЛА?  
 А) Детерминированная задержка передачи пакетов с гарантированной доставкой в заданные временные окна  
 Б) Поддержка горячей замены модулей (hot-swap) без перезагрузки всей бортовой сети  
 В) Использование незащищённых протоколов для снижения вычислительной нагрузки на контроллеры  
 Г) Физическая и логическая изоляция критических контуров от некритичной телеметрии и бортового оборудования

**ПК-5 - Способен разрабатывать алгоритмы и программное обеспечение для системы управления летательным аппаратом и математических моделей систем управления**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
 Как обосновать выбор численного метода интегрирования для встроенного ПО, реализующего математическую модель динамики ракеты?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
 Каким образом обеспечивается трассировка требований от математической модели до итогового лётного кода системы управления?
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие  
 Установите соответствие между математическим методом/алгоритмом и его применением в ПО систем управления ракетой.

**Список 1:**

1. LQR (Линейно-квадратичный регулятор)
2. Фильтр Калмана
3. Модель 6-DOF (шесть степеней свободы)
4. Адаптивное управление (MRAC/L1)

**Список 2:**

- А. Оптимальное распределение управляющих воздействий с минимизацией расхода энергии и отклонений от траектории
- Б. Рекуррентная оценка недоступных состояний и фильтрация шумов инерциальных датчиков

в реальном времени

В. Полное нелинейное моделирование пространственного движения с учётом переменной массы, вращения Земли и аэродинамики

Г. Компенсация неопределённостей параметров объекта при изменении конфигурации, высоты и скоростного напора

**№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие**

Установите соответствие между этапом верификации ПО и его основной целью при разработке систем управления.

**Список 1:**

1. MIL (Model-in-the-Loop)
2. SIL (Software-in-the-Loop)
3. PIL (Processor-in-the-Loop)
4. HIL (Hardware-in-the-Loop)

**Список 2:**

А. Валидация алгоритмов управления в математической среде без учёта ограничений аппаратуры и компилятора

Б. Проверка корректности сгенерированного кода на хост-ПК, оценка логики работы и соответствия модели

В. Оценка влияния архитектуры ЦП, компилятора и прерываний на точность вычислений и время выполнения

Г. Интеграция ПО с реальными интерфейсами, эмуляцией внешней среды и выявление аппаратно-программных задержек

**№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность**

Укажите последовательность этапов разработки и валидации математической модели системы управления ракетой.

А. Верификация модели путём сравнения с лётными данными или эталонными расчётами

Б. Формализация уравнений движения, аэродинамических коэффициентов и характеристик исполнительных органов

В. Интеграция подсистем в единый контур, синтез регулятора и оценка запасов устойчивости

Г. Проведение параметрического анализа, тестирование граничных режимов и нелинейных эффектов

**№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность**

Укажите порядок действий при генерации и внедрении лётного кода из математической модели управления.

А. Автоматическая генерация оптимизированного кода и статический анализ трассировки требований

Б. Настройка и валидация алгоритма в среде моделирования (MIL)

В. Загрузка прошивки в целевой бортовой вычислитель и проведение HIL-испытаний

Г. Компиляция под целевую архитектуру, проверка покрытия кода тестами и анализ загрузки ЦП

**№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа**

Какой численный метод предпочтителен для встроенной реализации математической модели динамики ракеты в реальном времени?

А) Метод Адамса-Бэшфорта с переменным шагом

Б) Метод Рунге-Кутты 4-го порядка с фиксированным шагом

В) Метод конечных разностей для уравнений Навье-Стокса

Г) Метод Монте-Карло для оценки вероятностных траекторий

**№ 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа**

Какая цель является основной для этапа HIL-тестирования в цикле разработки ПО системы управления ракетой?

А) Ускорение генерации математической модели объекта

Б) Полная замена натурных лётных испытаний симуляцией

В) Выявление аппаратно-программных задержек, конфликтов прерываний и проблем ЭМС до интеграции

Г) Оптимизация графического интерфейса оператора наведения

**№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа**

Какой стандарт регламентирует процессы разработки и верификации критически важного ПО для аэрокосмических систем управления?

- А) ISO 9001
- Б) DO-178C (или ECCC-Q-ST-80C / ГОСТ Р 59852)
- В) IEEE 802.11
- Г) ITIL v4

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие практики обеспечивают надёжность и сертификационную приемлемость сгенерированного ПО управления ракетой?

- А) Применение сертифицированных кодогенераторов с автоматической трассировкой требований
- Б) Ручная оптимизация критических участков на ассемблере без документирования изменений
- В) Покрытие кода тестами с анализом граничных условий и проверкой MCDC
- Г) Отключение проверок переполнения стека и арифметики для экономии тактов ЦП

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие компоненты входят в типовую математическую модель контура управления летательным аппаратом?

- А) Кинематические и динамические уравнения движения центра масс и углового движения
- Б) Модели датчиков (гироскопов, акселерометров, ГСН) с учётом шумов, смещений и квантования
- В) Электронная таблица с расчётом логистических затрат на производство ракеты
- Г) Динамические модели рулевых электроприводов, сервомеханизмов и аэродинамических поверхностей

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие физические и математические факторы обязательно учитываются при построении модели динамики ракеты-носителя?

- А) Изменение массы, центра тяжести и моментов инерции по мере выгорания топлива
- Б) Нелинейные аэродинамические эффекты на больших углах атаки и скоростном напоре
- В) Упругие колебания конструкции и люфты в шарнирах рулевых приводов
- Г) Использование исключительно линейных упрощённых моделей для всего диапазона полёта

**ОПК-2 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности**

№ 1 Прочитайте текст и установите соответствие

1. Принципиальная электрическая схема
2. Спецификация
3. Руководство программиста
4. Протокол испытаний

- А. Таблица с колонками: «Обозначение», «Наименование», «Количество»
- Б. Позиционные обозначения элементов (R1, C2, U3), цепи тактирования и питания, условные графические обозначения
- В. Карта регистров, битовая структура, векторы прерываний, временные диаграммы работы периферии
- Г. Результаты измерений параметров, погрешность оборудования, подписи комиссии, дата проведения

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите этапы разработки конструкторской документации МПС управления в правильной последовательности (от начала проектирования до передачи в производство).

- А. Построение принципиальной электрической схемы
- Б. Утверждение технического задания (ТЗ)
- В. Оформление комплекта рабочей документации и спецификаций (ЕСКД)
- Г. Разработка функциональной спецификации
- Д. Выбор микроконтроллера, датчиков и источников питания

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите верную последовательность действий при документировании программного обеспечения встроенной системы на базе МК.

**Список:**

- А. Проведение нормоконтроля и утверждение руководства
- Б. Фиксация векторов и приоритетов прерываний в технической спецификации

- В. Оформление руководства программиста с примерами кода и описаниями структур  
Г. Анализ архитектуры МК и формирование карты регистров  
Д. Описание алгоритмов инициализации периферии и драйверов
- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой документ по ЕСКД является основой для нумерации элементов и составления спецификации при проектировании принципиальной схемы МПС?  
А) Пояснительная записка  
Б) Схема электрическая принципиальная  
В) Ведомость покупных изделий  
Г) Руководство оператора
- № 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какое требование к микроконтроллеру в Техническом задании сформулировано корректно с точки зрения проверяемости и нормативных стандартов?  
А) МК должен обладать высокой производительностью  
Б) Время реакции на внешнее прерывание  $\leq 5$  мкс при частоте тактирования 16 МГц  
В) Питание должно быть устойчивым к помехам  
Г) Код должен быть оптимизирован по размеру
- № 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
На какой стадии создания автоматизированной системы (согласно ГОСТ 34) разрабатывается «Проектная спецификация», детализирующая выбранные аппаратные и программные решения?  
А) Техническое задание  
Б) Эскизный проект  
В) Технический проект  
Г) Рабочая документация
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие разделы Технического задания на разработку микропроцессорной системы управления должны содержать строго количественные (измеримые) требования?  
А) Требования к функциональным характеристикам (время реакции, точность измерений)  
Б) Общие пожелания к внешнему виду корпуса устройства  
В) Требования к надёжности (наработка на отказ, диапазон рабочих температур)  
Г) Требования к электропитанию (диапазон напряжений, допустимые пульсации, ток потребления)  
Д) Рекомендации по выбору цвета маркировочной печатной платы
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие правила оформления документации соответствуют требованиям ЕСКД и ГОСТ 34 при проектировании МПС?  
А) Принципиальная электрическая схема должна содержать позиционные обозначения элементов, однозначно связанные со спецификацией  
Б) В пояснительной записке допускается заменять расчёты помехоустойчивости фразами «достаточная стабильность» без ссылок на методики  
В) Спецификация оформляется на отдельных листах с обязательными графами: «Обозначение», «Наименование», «Кол.»  
Г) Документация должна содержать подписи разработчика, проверяющего и утверждающего лица с указанием дат  
Д) Версия инструментальной среды и параметры компиляции не фиксируются в документации, так как не влияют на аппаратную часть
- № 9 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Как корректно оформить в ТЗ требование к времени реакции системы на внешнее событие?
- № 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Как в руководстве по программному обеспечению МПС документировать обработчик прерывания таймера?
- № 11 Прочитайте текст и установите соответствие
1. Требования к надёжности
  2. Требования к электропитанию
  3. Требования к интерфейсам связи
  4. Требования к программному обеспечению

- А. Напряжение питания, допустимые отклонения, ток потребления в активном режиме и режиме сна
- Б. Допустимое время наработки на отказ, диапазон рабочих температур, устойчивость к внешним помехам
- В. Протоколы обмена (UART, SPI, I<sup>2</sup>C), уровни сигналов, максимальная скорость передачи данных
- Г. Алгоритмы обработки прерываний, структура памяти, формат данных, требования к времени реакции ПО

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие данные обязательны для включения в комплект документации по испытаниям и сопровождению программного обеспечения МПС?

- А) Методика и результаты измерения времени реакции на внешнее прерывание при различных режимах тактирования
- Б) Карта регистров специального назначения с битовой структурой и адресами
- В) Описание работы системы только в штатном режиме без учёта аварийных состояний
- Г) Версия компилятора, уровень оптимизации и перечень подключаемых библиотек
- Д) Протоколы проверки устойчивости тактового генератора к изменению температуры и напряжения питания

**ОПК-3 - Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью**

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Что должно входить в комплект документации на принципиальную схему по ЕСКД?

- А) Позиционные обозначения компонентов
- Б) Таблица соединений или ссылка на спецификацию
- В) Исходный код программы
- Г) Подписи разработчика и нормоконтролёра

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие данные обязательны при описании драйвера периферии в документации?

- А) Адреса и битовая структура управляющих регистров
- Б) Алгоритм инициализации модуля
- В) Личные комментарии разработчика
- Г) Временные диаграммы работы сигналов

№ 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Как в ТЗ сформулировать требование к времени реакции на прерывание, чтобы оно было проверяемым?

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что обязательно указать в описании интерфейса (UART) в проектной спецификации?

№ 5 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между разделами Технического задания (по ГОСТ 34.602-89) и их содержанием при разработке МПС.

- 1. Требования к функциональным характеристикам
- 2. Требования к надёжности и эксплуатации
- 3. Требования к электропитанию
- 4. Требования к программному обеспечению
  - А. Напряжение питания 3,3 В  $\pm 5\%$ , ток в активном режиме  $\leq 15$  мА, в режиме сна  $\leq 10$  мкА
  - Б. Время реакции на внешнее прерывание  $\leq 5$  мкс, точность измерения АЦП  $\pm 1\%$ , частота опроса датчиков 100 Гц

В. Нарботка на отказ  $\geq 50\,000$  ч, рабочий диапазон температур  $-40\dots+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , защита от КЗ по питанию

Г. Описание регистров периферии, алгоритмы обработки прерываний, карта памяти, требования к размеру кода

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между видом технической документации и обязательными элементами её оформления по ЕСКД/ГОСТ.

**Первый список:**

1. Принципиальная электрическая схема
2. Спецификация
3. Руководство программиста
4. Протокол испытаний

**Второй список:**

А. Позиционные обозначения элементов (R1, C2, U3), условные графические обозначения, ссылки на посадочные места

Б. Таблица с графами: «Обозначение», «Наименование», «Кол.», «Примечание», подпись нормоконтролёра

В. Карта регистров СНО, битовая структура, векторы прерываний, временные диаграммы, примеры инициализации

Г. Результаты измерений с указанием погрешности, условия тестирования, подписи комиссии, дата и номер протокола

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите порядок этапов разработки документации на МПС.

**Этапы:**

А. Разработка принципиальной схемы

Б. Утверждение Технического задания

В. Оформление спецификаций и рабочей документации

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите порядок действий при документировании ПО для МК.

**Этапы:**

А. Утверждение руководства программиста

Б. Описание регистров и карты памяти

В. Описание алгоритмов работы драйверов

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой документ является основанием для начала разработки рабочей документации на МПС?

А) Пояснительная записка

Б) Утверждённое Техническое задание (ТЗ)

В) Протокол испытаний Г) Спецификация

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой стандарт регламентирует правила выполнения электрических схем в РФ?

А) ГОСТ 2.701 (ЕСКД)

Б) ГОСТ 34.602 (ТЗ на АС)

В) ГОСТ 19.xxx (ЕСПД)

Г) ГОСТ Р ИСО 9001

- № 11 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Какое требование к ПО является корректным для включения в ТЗ?
- А) «Программа должна работать быстро»
  - Б) «Код должен быть написан на языке Си»
  - В) «Время отклика на сигнал датчика  $\leq 10$  мс»
  - Г) «Разработчик должен быть опытным»

- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие требования в ТЗ на МПС являются проверяемыми (количественными)?
- А) «Высокая надёжность системы»
  - Б) «Ток потребления в режиме сна  $\leq 10$  мкА»
  - В) «Рабочая температура от  $-40$  до  $+85$  °С»
  - Г) «Удобный пользовательский интерфейс»

**ОПК.Д-10 - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Как принципы CI/CD адаптируются для встраиваемых систем на базе МПС, и какие преимущества это даёт?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ
- Каким образом концепции Edge-вычислений и TinyML изменяют архитектуру взаимодействия датчиков и управляющего МК в современных МПС?
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие
- Установите соответствие между современной ИТ-практикой и её реализацией в МПС.

**Список 1:**

1. CI/CD для встроенных ПО
2. Secure Boot
3. OTA-обновление
4. Контейнеризация кросс-компиляции

**Список 2:**

- А. Верификация криптографической подписи бинарного образа перед передачей управления ядру МК
- Б. Автоматизированная сборка, линковка и запуск тестов при каждом коммите в репозиторий
- В. Фоновая загрузка новой прошивки во вторичный flash-раздел с атомарным переключением после перезагрузки
- Г. Использование Docker-образов для унификации цепочек инструментов (toolchain) и зависимостей у всех разработчиков

- № 4 Прочитайте текст и установите соответствие
- Установите соответствие между архитектурным принципом современных ИТ и его применением в МПС.

**Список 1:**

1. Микросервисная декомпозиция
2. Асинхронная обработка событий
3. Вытесняющая многозадачность
4. Infrastructure as Code (IaC)

**Список 2:**

- А. Разделение монолитного цикла superloop на изолированные задачи с чёткими интерфейсами обмена данными
- Б. Использование очередей сообщений и колбэков вместо блокирующих ожиданий в драйверах периферии
- В. Динамическое переключение контекста RTOS-планировщиком для гарантии выполнения



- критических задач в deadline  
Г. Описание конфигурации отладочных стендов, скриптов прошивки и параметров компиляции в версиях YAML/Makefile
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Укажите правильную последовательность этапов безопасного OTA-обновления МПС.  
А. Верификация контрольной суммы и криптографической подписи загруженного образа  
Б. Генерация подписи и шифрование бинарного файла на сервере развертывания  
В. Переключение флага активного раздела flash и перезагрузка ядра МК  
Г. Приём фрагментов данных по защищённому каналу и запись во вторичный flash-раздел
- № 6 Прочитайте текст и установите последовательность  
Укажите последовательность действий при внедрении статического анализа в CI-пайплайн для МПС.  
А. Интеграция анализатора (например, PC-lint, Coverity) в конфигурацию CI-сервера  
Б. Получение отчёта о блокирующих нарушениях стандартов кодирования и потенциальных утечках памяти  
В. Написание правил игнорирования ложных срабатываний и настройка порогов качества  
Г. Запуск анализатора автоматически при каждом Pull Request до этапа компиляции
- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой современный подход обеспечивает детерминированное выполнение критических задач в МПС с одним ядром?  
А) Бесконечный цикл while(1) с опросом флагов  
Б) Вытесняющий планировщик RTOS с приоритетами и тайм-квантами  
В) Увеличение объёма внешней SRAM  
Г) Отключение прерываний на время выполнения основного кода
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой инструмент позволяет воспроизвести среду кросс-компиляции у всех членов команды без конфликтов версий toolchain?  
А) JTAG-адаптер  
Б) Контейнер Docker с зафиксированным образом SDK  
В) Эмулятор периферии Proteus  
Г) Логический анализатор
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа  
Какой механизм современных МПС обеспечивает сохранение работоспособности при частичном повреждении прошивки?  
А) Двойной банк flash с механизмом A/B-развертывания и откатом  
Б) Аппаратный watchdog-таймер  
В) Внешний кварцевый резонатор с термостабилизацией  
Г) Программный цикл задержки
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие принципы современных IT-архитектур повышают отказоустойчивость и сопровождаемость ПО МПС?  
А) Изоляция задач через очереди сообщений вместо глобальных переменных  
Б) Хранение конфигурационных параметров в версиях JSON/YAML с валидацией схемой  
В) Жёсткая привязка драйверов к конкретным адресам памяти без абстракций HAL  
Г) Использование CI-пайплайнов с автоматическим тегированием релизов  
Д) Блокировка всех прерываний на время чтения датчиков
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов  
Какие преимущества даёт применение edge-обработки данных в распределённых МПС?  
А) Снижение сетевого трафика и энергопотребления радиомодуля  
Б) Уменьшение задержки принятия решений за счёт исключения облачного RTT  
В) Повышение конфиденциальности, так как «сырые» данные не покидают устройство  
Г) Полное устранение необходимости в тактировании микроконтроллера  
Д) Автоматическое масштабирование вычислительных ядер по запросу облака
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов



Какие современные практики обеспечивают трассируемость требований от ТЗ до кода в МПС?

- А) Связывание задач в трекере (Jira/GitLab) с коммитами через ID тикета
- Б) Генерация матрицы трассировки требований → тестов → модулей кода
- В) Хранение всех версий бинарных образов в одной папке без метаданных
- Г) Интеграция статического анализатора с отчётами о покрытии кода тестами
- Д) Ручное копирование hex-файлов через съёмные носители

**ОПК.Д-3 - Способен самостоятельно решать задачи управления в специальных организационно-технических системах на базе последних достижений науки и техники**

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Как перестроить систему управления, если при высокой загрузке ЦП теряются критические события от датчиков из-за опросного цикла?

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

При коммутации мощной нагрузки МК случайного перезагружается из-за просадки питания. Как решить задачу без замены источника?

№ 3 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между проблемой управления и инженерным решением.

**Список 1:**

- 1. Джиттер времени отклика на датчик
- 2. Переполнение буфера UART при пакетной передаче
- 3. Нестабильное ШИМ-управление двигателем
- 4. Высокое энергопотребление в режиме ожидания

**Список 2:**

- А. Привязка генерации ШИМ к аппаратному таймеру с автоперезагрузкой счётчика
- Б. Переход на прерывания по фронту сигнала + приоритетная обработка ISR
- В. Использование DMA для аппаратной передачи данных без загрузки ЦП
- Г. Перевод периферии в Stop/Sleep режимы + пробуждение по RTC

№ 4 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между ресурсом МК и задачей управления, которую он решает оптимально.

**Список 1:**

- 1. Аппаратный компаратор + таймер захвата
- 2. Контроллер прерываний с векторным приоритетом
- 3. Независимый watchdog-таймер
- 4. АЦП с режимом сканирования каналов

**Список 2:**

- А. Мониторинг нескольких аналоговых параметров без постоянного опроса ЦП
- Б. Детектирование аварийного превышения тока и немедленная отработка защиты
- В. Восстановление системы после зависания ПО без участия человека
- Г. Гарантированная обработка критических событий с вытеснением фоновых задач

№ 5 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите порядок действий при внедрении замкнутого ПИД-регулятора температуры на МК.

- А. Преобразование кодов АЦП в физические величины с учётом калибровки
- Б. Инициализация АЦП и настройка прерывания по завершению преобразования
- В. Реализация дискретного ПИД-алгоритма и привязка вызова к аппаратному таймеру
- Г. Настройка ШИМ-модуля для управления нагревательным элементом

№ 6 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность отладки пропущенного прерывания в реальном времени.

- А. Проверка маскирования глобальных/локальных прерываний в критических секциях
- Б. Анализ временных диаграмм входных сигналов логическим анализатором
- В. Измерение фактического времени выполнения ISR и задержки входа в обработчик
- Г. Оптимизация кода ISR или перевод тяжёлой логики в фоновую задачу/RTOS

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

В системе управления наблюдается рассинхронизация регулятора из-за переменной задержки чтения энкодера. Какое решение обеспечит детерминизм?

- А) Увеличить частоту тактирования ядра  
 Б) Использовать аппаратный таймер-счётчик с режимом захвата сигнала  
 В) Добавить программный фильтр скользящего среднего  
 Г) Перенести чтение энкодера в фоновый поток RTOS с низким приоритетом
- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- При управлении реле через порт МК возникают ложные срабатывания из-за наводок. Какое решение наиболее эффективно?
- А) Увеличить подтягивающий резистор порта до 100 кОм  
 Б) Добавить RC-фильтр/триггер Шмитта и программную проверку устойчивого состояния  
 В) Перевести порт в аналоговый режим  
 Г) Отключить все прерывания на время коммутации
- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Для снижения энергопотребления МПС с периодическим опросом датчика (1 Гц) и передачей данных необходимо выбрать режим сна. Какой оптимален?
- А) Active mode с пониженной частотой  
 Б) Sleep mode с отключением только ядра  
 В) Stop/Deep sleep с пробуждением от RTC или внешнего таймера  
 Г) Отключение тактирования всей периферии в активном режиме
- № 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие меры устраняют дрейф показаний АЦП при нагреве платы в системе управления?
- А) Выполнить калибровку нуля и усиления АЦП при нескольких температурах  
 Б) Добавить программную компенсацию с учётом показаний встроенного термодатчика  
 В) Увеличить разрядность АЦП программным усреднением без изменения аналоговой части  
 Г) Разнести аналоговую и цифровую «земли», использовать звезду заземления
- № 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- При разработке МПС с несколькими источниками прерываний как гарантировать безопасность и детерминизм?
- А) Назначить аварийному датчику наивысший аппаратный приоритет  
 Б) Выполнять всю обработку данных внутри ISR без передачи в основной цикл  
 В) Выносить длительные вычисления из ISR в фоновую задачу RTOS/основной цикл  
 Г) Использовать кратковременное запрещение прерываний при доступе к общим буферам
- № 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов
- Какие действия повышают помехоустойчивость линии I<sup>2</sup>C в промышленной МПС с длинными трассами?
- А) Рассчитать и установить внешние подтягивающие резисторы с учётом ёмкости шины  
 Б) Использовать I<sup>2</sup>C-буферизаторы для компенсации паразитной ёмкости кабеля  
 В) Снизить тактовую частоту шины ниже 100 кГц при увеличении длины линии  
 Г) Отключить программную фильтрацию и довериться только аппаратным уровням TTL

**ОПК.Д-6 - Способен осуществлять сбор и анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления**

- № 1 Прочитайте текст и установите соответствие
- Установите соответствие между методом анализа информации и задачей обобщения опыта в области автоматизации.

**Список 1:**

1. Систематический обзор (Systematic Review)
2. Бенчмаркинг решений
3. Анализ патентных ландшафтов
4. Экспертная оценка по методу Дельфи

**Список 2:**

- А. Выявление «белых пятен» в разработках, прогноз направлений НИОКР, оценка свободы действия при патентовании
- Б. Количественное сравнение быстродействия, энергопотребления и стоимости аналогов от разных производителей
- В. Формирование консенсус-прогноза по внедрению новых стандартов связи (WirelessHART,

LoRaWAN) в МПС

Г. Агрегация и критическая оценка публикаций по заданной теме с протоколом отбора и мета-анализом результатов

№ 2 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность этапов сбора и анализа научно-технической информации при выборе архитектуры МПС для нового проекта.

- А. Критическая оценка достоверности источников и воспроизводимости результатов
- Б. Формулировка поискового запроса и выбор баз данных (Scopus, eLibrary, IEEE Xplore)
- В. Синтез выводов: сравнение альтернатив, оценка рисков, рекомендации по внедрению
- Г. Систематизация данных в сводную таблицу с метриками: производительность, энергопотребление, стоимость, доступность

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите порядок действий при обобщении зарубежного опыта внедрения функциональной безопасности (IEC 61508) в МПС.

- А. Анализ требований стандарта и их маппинг на архитектуру целевого МК
- Б. Поиск и отбор кейсов внедрения в отраслевых журналах и отчётах (TÜV, exida)
- В. Адаптация решений с учётом отечественных норм (ГОСТ Р МЭК 61508, 10.019-2022)
- Г. Верификация адаптированных подходов через моделирование или прототипирование

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой источник информации наиболее надёжен для получения верифицированных данных о времени отклика прерываний в конкретном МК?

- А) Маркетинговый буклет производителя
- Б) Форум разработчиков с пользовательскими тестами
- В) Официальный Reference Manual от вендора
- Г) Обзор в популярном техно-блоге

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой критерий наиболее важен при отборе зарубежных статей для адаптации решений в отечественных МПС?

- А) Наличие цветных графиков в статье
- Б) Соответствие методики эксперимента условиям эксплуатации в РФ (температура, ЭМС, питание)
- В) Количество авторов в публикации
- Г) Страна происхождения первого автора

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой метод позволяет выявить перспективные направления НИОКР в области МПС на основе анализа публикаций?

- А) Случайная выборка статей за последний год
- Б) Библиометрический анализ с построением карт цитирования и кластеризацией тем
- В) Чтение только статей с открытым доступом
- Г) Опрос коллег в соцсетях

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие признаки указывают на высокую достоверность научно-технического источника по МПС?

- А) Публикация в рецензируемом журнале с импакт-фактором
- Б) Наличие открытого набора данных и кода для воспроизведения результатов
- В) Указание на конфликт интересов и источник финансирования исследования
- Г) Реклама конкретного вендора без сравнения с аналогами

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие действия входят в профессиональный анализ зарубежного опыта по внедрению RTOS в МПС?

- А) Сравнение архитектур FreeRTOS, Zephyr, RTX по объёму кода, детерминизму и лицензии
- Б) Изучение кейсов миграции с bare-metal на RTOS в аналогичных проектах
- В) Оценка соответствия выбранной RTOS требованиям отечественных стандартов безопасности
- Г) Копирование конфигурационного файла из демо-проекта без адаптации

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие метрики целесообразно использовать при сравнительном анализе отечественных и зарубежных МК для систем управления?

- А) Производительность на ватт (DMIPS/мА) в типовых алгоритмах ПИД-регулятора
- Б) Доступность компонентов на рынке РФ и сроки поставок
- В) Поддержка отладочного инструментария и качество документации на русском языке
- Г) Количество публикаций в СМИ о продукте

№ 10 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Как систематизировать зарубежный опыт применения RISC-V в промышленной автоматизации для адаптации решений в отечественных МПС?

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какие источники научно-технической информации наиболее релевантны при анализе трендов в области энергоэффективных МПС для IoT?

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между источником информации и типом данных, которые в нём целесообразно искать для анализа МПС.

**Список 1:**

1. Научные статьи IEEE / Elsevier
2. Даташиты и Reference Manual вендоров
3. Отчёты аналитических агентств (Yole, MC Today)
4. Патентные базы (ФИПС, USPTO, Espacenet)

**Список 2:**

- А. Технические параметры периферии, регистры, временные диаграммы, электрические характеристики
- Б. Тренды рынка, прогноз объёмов поставок, сравнение экосистем, анализ цепочек поставок
- В. Алгоритмы обработки сигналов, методы снижения энергопотребления, результаты экспериментальной верификации
- Г. Новые архитектурные решения, способы защиты ИП, оригинальные схемы управления приводом

**ОПК.Д-7 - Способен аргументированно выбирать и обосновывать, а также разрабатывать схемотехнические, системотехнические и аппаратно-программные решения управления сложными техническими объектами и технологическими процессами и реализовывать их на практике**

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой аргумент наиболее технически обоснован при выборе внешнего аппаратного watchdog вместо программной эмуляции в системе управления опасным производственным объектом?

- А) Программный watchdog дешевле и проще в отладке
- Б) Аппаратный watchdog работает независимо от ядра и перезагружает систему при полном зависании шины или стека
- В) Программный watchdog потребляет меньше энергии в режиме сна
- Г) Аппаратный watchdog увеличивает объём кода прошивки

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

При обосновании перехода с однополярного UART на дифференциальный CAN для линии связи длиной 80 м в цехе, какой довод является решающим?

- А) CAN поддерживает более высокую скорость передачи независимо от длины кабеля
- Б) Дифференциальная передача обеспечивает высокий коэффициент подавления синфазных помех и устойчивость к ЭМП
- В) UART не поддерживается современными микроконтроллерами
- Г) CAN требует меньше проводов, что снижает стоимость кабеля

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какая практика наиболее корректно демонстрирует обоснованный подход к разделению задач между аппаратной и программной частью (HW/SW partitioning)?

- А) Перенос всей фильтрации в ПО для экономии BOM, несмотря на перегрузку ЦП
- Б) Вынос критичных по времени операций (захват сигналов, генерация ШИМ) в периферию, оставив сложные алгоритмы в коде
- В) Использование только bare-metal для избежания лицензий на RTOS
- Г) Размещение всех контуров управления в одном прерывании высокого приоритета

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие аргументы обосновывают применение model-based design (Simulink/TargetLink) при разработке алгоритмов управления сложными техническими объектами?

- А) Автоматическая генерация кода минимизирует риски синтаксических и логических ошибок ручного программирования
- Б) Возможность ранней верификации и HiL-тестирования до изготовления аппаратной части
- В) Единая графическая среда упрощает документирование, аудит и передачу знаний между командами
- Г) Полное исключение необходимости натурных испытаний на реальном объекте

- № 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие технико-экономические факторы необходимо обосновать в ТЭО при выборе между FPGA и MCU для высокоскоростной системы сортировки?

- А) FPGA обеспечивает истинно параллельную обработку и жёсткий детерминизм для высокочастотных сигналов
- Б) MCU обладает меньшей начальной стоимостью и упрощённой средой для последовательных алгоритмов
- В) Тепловыделение и энергопотребление FPGA могут требовать дополнительных радиаторов и источников питания
- Г) Лицензии на IP-ядра для FPGA не влияют на себестоимость и сроки вывода изделия на рынок

- № 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие этапы обязательны для обоснования и подтверждения надёжности аппаратно-программного комплекса перед вводом в эксплуатацию?

- А) Проведение HALT-тестов для выявления конструктивных слабых мест и границ работоспособности
- Б) Верификация кода статическими анализаторами и покрытие модульными/интеграционными тестами
- В) Имитация аварийных режимов и проверка корректности переходов в безопасное состояние
- Г) Установка системы на объект без стендовой обкатки для ускорения графика проекта

- № 7 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Как технически обосновать выбор аппаратной реализации ШИМ вместо программной для управления высокоточным сервоприводом в условиях высокой загрузки ЦП?

- № 8 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Аргументируйте целесообразность использования асимметричной двухъядерной архитектуры (например, Cortex-M4 + M0+) в многоконтурном промышленном регуляторе.

- № 9 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между принципом обоснования проектного решения и его технической реализацией в МПС.

**Список 1:**

1. Модульность
2. Избыточность
3. Детерминизм
4. Масштабируемость

**Список 2:**

- А. Дублирование критических датчиков и каналов связи с логикой голосования для повышения отказоустойчивости
- Б. Разделение системы на изолированные блоки с чёткими API для упрощения отладки и замены узлов
- В. Аппаратная привязка временных окон обработки к таймерам захвата/сравнения для гарантии времени отклика
- Г. Возможность подключения дополнительных периферийных модулей по шине без переписывания ядра управления

- № 10 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между критерием обоснования схмотехнического решения и методом его верификации.

**Список 1:**

1. Энергоэффективность
2. ЭМС-совместимость
3. Функциональная безопасность

4. Стоимость жизненного цикла (TCO)

**Список 2:**

- А. Расчёт профилей потребления в Active/Sleep, моделирование нагрузки и подбор конденсаторов развязки
- Б. Анализ цепей фильтрации, развязки «земель», тесты по ГОСТ IEC 61000-4 (импульсы, наводки, ESD)
- В. Проведение FMEA/FMEDA, оценка уровня SIL/PL, проверка переходов в безопасное состояние
- Г. Сравнение затрат на компоненты, отладку, сертификацию, логистику и гарантийное обслуживание

№ 11 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность этапов разработки и внедрения аппаратно-программного решения для многоосевого контроллера движения.

- А. Моделирование алгоритмов управления и симуляция динамики в MATLAB/Simulink
- Б. Проектирование принципиальной схемы силовых и управляющих цепей, трассировка печатной платы
- В. Разработка драйверов периферии, интеграция с RTOS и настройка межзадачного обмена
- Г. Натурные испытания на стенде, автоподстройка ПИД-контуров, верификация по ТЗ

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите порядок обоснования и выбора микроконтроллера для узла сложной системы автоматизации.

- А. Анализ функциональных требований и расчёт вычислительной/памятной нагрузки
- Б. Формирование лонг-листа кандидатов и сравнение по матрице критериев (периферия, ЭМС, доступность)
- В. Прототипирование критических функций на отладочных платах и проведение бенчмаркинга
- Г. Формулировка обоснования в технической документации с учётом рисков поставок и сертификации