

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Встраиваемые системы для ответственных применений**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2012 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Всего аудиторных занятий	36	36	часов
4	Из них в интерактивной форме	6	6	часов
5	Самостоятельная работа	36	36	часов
6	Всего (без экзамена)	72	72	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	часов
		2.0	2.0	3.Е

Зачет: 7 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного 12 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

### Разработчики:

старший преподаватель каф. КСУП \_\_\_\_\_ Ю. Б. Шаропин

инженер каф. КСУП \_\_\_\_\_ С. П. Недяк

Заведующий обеспечивающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_ Ю. А. Шурыгин

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФВС \_\_\_\_\_ Л. А. Козлова

Заведующий выпускающей каф.  
КСУП

\_\_\_\_\_ Ю. А. Шурыгин

### Эксперты:

инженер-исследователь, к.т.н. Сибирский физико-технический институт ТГУ, лаборатория - "Методы, системы и технологии безопасности"

\_\_\_\_\_ И. Ю. Кузменко

инженер-аналитик АО «ПКК Ми-ландр»

\_\_\_\_\_ Л. Л. Владимиров

доцент, к.н. ТУСУР, КСУП

\_\_\_\_\_ А. А. Калентьев

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Обеспечить все возрастающий спрос на специалистов в области разработки программного обеспечения для микроэлектронных устройств.

Добиться таких результатов, чтобы студент мог быть помощником в проектной деятельности преподавателя, а по окончании университета квалифицированным профессионалом у работодателя.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Сформировать у студента наиболее прогрессивную мотивацию - получение знания, а не диплома, для этого используются современный инженерный инструментарий, соответствующий всем требованиям профессионального стандарта "Программист" и "Системный программист".

– Приобретение студентами практических навыков по проектированию программного и аппаратного обеспечения микропроцессорных систем для ответственных применений.

– В курсе изучается отечественная серия микроконтроллеров фирмы "Миландр" с процессором Cortex-M3.

– Получение профессиональных знаний в области разработки ПО для МК семейства 1986VE9x, что будет подтверждено сертификатом фирмы "Миландр".

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Встраиваемые системы для ответственных применений» (Б1.В.ДВ.11.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Вычислительные машины, системы и сети, Диагностика и надежность автоматизированных систем, Информационное обеспечение систем управления, Информационные технологии, Математическая логика и теория алгоритмов, Микропроцессорные средства автоматизации и управления, Объектно-ориентированное программирование, Операционные системы, Программирование и алгоритмизация, Программируемые логические контроллеры, Схемотехника электронных средств, Электротехника и электроника.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Методы и алгоритмы синтеза автоматических регуляторов, Проектирование автоматизированных систем, Синтез автоматических регуляторов на основе концепции обратных задач динамики.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности;

– ПК-8 способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством;

– ПК-19 способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** основные компоненты встраиваемых систем и требования к ним; принципы организации функциональных и интерфейсных связей вычислительных систем с объектами автоматизации; принципы построения и разработки встраиваемых систем с повышенными требованиями к надежности.

– **уметь** формировать технические требования к встраиваемой системе с учетом условий ее применения; разрабатывать, выбирать, комплексовать и эксплуатировать программно-аппа-

ратные средства встраиваемых систем

– **владеть** навыками проектирования и разработки встраиваемых систем; навыками разработки и отладки программного обеспечения, используемого во встраиваемых системах с повышенными требованиями к надежности

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	36	36
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Из них в интерактивной форме	6	6
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Выполнение индивидуальных заданий	16	16
Написание рефератов	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	8
Всего (без экзамена)	72	72
Общая трудоемкость ч	72	72
Зачетные Единицы	2.0	2.0

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр					
1 Основные понятия, факторы риска, и методы повышения надежности.	2	0	0	2	ПК-19, ПК-8
2 Надёжность программного обеспечения для встраиваемых систем (ВС). Математический аппарат описания проблем повышения надежности.	2	0	0	2	ОПК-3, ПК-19, ПК-8
3 Технические средства обеспечения повышенной надежности для встраиваемых систем.	2	0	0	2	ОПК-3, ПК-19
4 Операционные системы реального вре-	2	2	5	9	ОПК-3, ПК-19,

мени для высоконадежных ВС.					ПК-8
5 Специальные инструментальные средства для разработки ПО. Отладка ПО для ВС.	4	4	8	16	ОПК-3, ПК-19, ПК-8
6 Особенности языка Си(Си++) в разработке высоконадежного ПО.	4	4	10	18	ОПК-3, ПК-19, ПК-8
7 Передовые методы построения надежных встраиваемых систем.	2	0	5	7	ОПК-3, ПК-19
8 Периферийные устройства в микроконтроллерах фирмы «Миландр».	0	8	0	8	ОПК-3, ПК-19, ПК-8
9 Подготовка к сдаче зачета.	0	0	8	8	ОПК-3, ПК-19
Итого за семестр	18	18	36	72	
Итого	18	18	36	72	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>			
1 Основные понятия, факторы риска, и методы повышения надежности.	Понятие встраиваемая система. Анализ факторов снижения надежности встраиваемых систем. Анализ известных катастроф из-за сбоев (ошибок) программного обеспечения. Высоконадежные ВС и классификация. Стандарты и регламентирующие документы.	2	ПК-19, ПК-8
	Итого	2	
2 Надёжность программного обеспечения для встраиваемых систем (ВС). Математический аппарат описания проблем повышения надежности.	Современные методы повышения надёжности ПО. Нормативные стандарты кодирования для встраиваемых систем, критичных к безопасности (MISRA, DO-178.....).	2	ОПК-3, ПК-19, ПК-8
	Итого	2	
3 Технические средства обеспечения повышенной надежности для встраиваемых систем.	Электронные компоненты для высоконадежных применений. Аппаратное резервирование. Микроконтроллеры и микропроцессоры с повышенной надежностью. Модуль защиты памяти архитектуры Cortex-M. Архитектурные и технические средства обеспечения требований к надежности ВС. Микроконтроллеры с архитектурой Lockstep фирмы "Миландр".	2	ОПК-3, ПК-19
	Итого	2	

4 Операционные системы реального времени для высоконадежных ВС.	Классификация ОС реального времени. Обзор операционных систем для встраиваемых систем с повышенными требованиями к надежности (МАКС, FreeRTOS, OpenRTOS, SafeRTOS, uC/OS-II, uLinux...).	2	ОПК-3, ПК-19
	Итого	2	
5 Специальные инструментальные средства для разработки ПО. Отладка ПО для ВС.	Использование автоматизированных верификационных средств для тестирования ПО в соответствии со стандартами по обеспечению надежности и безопасности. Защита стека от переполнения, контроль размера стека.	4	ОПК-3, ПК-19
	Итого	4	
6 Особенности языка Си(Си++) в разработке высоконадежного ПО.	Подмножество языка Си++ для ВС (Embedded C/C++). Использование модификаторов (volatile, const, union, директив среды разработки IAR. Доступ к битам. Работа с указателями.	4	ОПК-3, ПК-19, ПК-8
7 Передовые методы построения надежных встраиваемых систем.	Итого	4	ПК-19
	Принципиальные ограничения надежности существующих методик разработки ВС и перспективы развития систем для ответственных применений.	2	
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предшествующие дисциплины									
1 Вычислительные машины, системы и сети				+					
2 Диагностика и надежность автоматизированных систем	+	+	+						
3 Информационное обеспечение систем управления	+			+			+		
4 Информационные технологии			+					+	
5 Математическая логика и теория алгоритмов		+		+	+				
6 Микропроцессорные средства автоматизации и управ-	+	+	+	+	+	+	+	+	+

ления									
7 Объектно-ориентированное программирование						+			
8 Операционные системы				+					
9 Программирование и алгоритмизация	+					+			
10 Программируемые логические контроллеры	+	+	+						
11 Схемотехника электронных средств			+						
12 Электротехника и электроника			+						
Последующие дисциплины									
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+					+			
2 Методы и алгоритмы синтеза автоматических регуляторов							+		
3 Проектирование автоматизированных систем	+		+					+	
4 Синтез автоматических регуляторов на основе концепции обратных задач динамики	+	+							

#### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-3	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Собеседование, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, Реферат, Отчет по практическому занятию

ПК-8	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Собеседование, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, Реферат, Отчет по практическому занятию
ПК-19	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Опрос на занятиях, Зачет, Выступление (доклад) на занятии, Реферат, Отчет по практическому занятию

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Всего
7 семестр		
Выступление студента в роли обучающего	2	2
Презентации с использованием слайдов с обсуждением	4	4
Итого за семестр:	6	6
Итого	6	6

### 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
4 Операционные системы реального времени для высоконадежных ВС.	Особенности разработки программного обеспечения для встраиваемых систем с применением операционных систем реального времени. Управление задачами, совместная и бесконфликтная работа с общими ресурсами, работа с семафорами, мьютексами.	2	ОПК-3, ПК-19
	Итого	2	
5 Специальные инструментальные	Жизненный цикл программ. ЕСПД,	4	ОПК-3,



средства для разработки ПО. Отладка ПО для ВС.	MISRA, стандарты языка C/C++ как средство повышения надёжности и переносимости ПО. Примеры нарушения требований к безопасности ПО для ВС. Работа со специальными программными продуктами для разработки встраиваемых систем (IAR Embedded Workbench, ParaSoft, MatLab)		ПК-8
	Итого	4	
6 Особенности языка Си(Си++) в разработке высоконадежного ПО.	Язык Си/Си++ для встраиваемых систем (Embedded C/C++). Использование расширений языка Си в среде разработки IAR Embedded Workbench. Парадигмы программирования, процедурное, структурное программирование, объектно-ориентированное, автоматный стиль кодирования, стили кодирования, стандарты оформления кода (Doxygen).	4	ОПК-3, ПК-19, ПК-8
	Итого	4	
8 Периферийные устройства в микроконтроллерах фирмы «Миландр».	Периферийные устройства МК: UART, I2C, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Библиотека стандартных периферийных устройств (Standard Peripheral Libraries).	8	ОПК-3, ПК-19, ПК-8
	Итого	8	
Итого за семестр		18	

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>7 семестр</b>				
4 Операционные системы реального времени для высоконадежных ВС.	Написание рефератов	5	ОПК-3, ПК-8	Зачет, Реферат, Собеседование
	Итого	5		
5 Специальные инструментальные средства для разработки ПО. Отладка ПО для ВС.	Написание рефератов	2	ОПК-3, ПК-8, ПК-19	Зачет, Отчет по индивидуальному заданию, Реферат
	Выполнение индивидуальных заданий	6		
	Итого	8		

6 Особенности языка Си(Си++) в разработке высоконадежного ПО.	Выполнение индивидуальных заданий	10	ОПК-3, ПК-8	Зачет, Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	10		
7 Передовые методы построения надежных встраиваемых систем.	Написание рефератов	5	ОПК-3, ПК-19	Зачет, Реферат
	Итого	5		
9 Подготовка к сдаче зачета.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-3, ПК-19	Зачет
	Итого	8		
Итого за семестр		36		
Итого		36		

### 9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Проработка теоретического и практического материала. Подготовка к выполнению аттестационных заданий фирмы "Миландр".

### 9.2. Темы рефератов

1. Архитектура FreeRTOS
2. Архитектура МАКС
3. Архитектура SafeRTOS
4. Отладка кода для ВС с повышенными требованиями к надежности.
5. Отладка кода для ВС с применением ОСРВ
6. Бионический подход в создании высоконадежных встраиваемых систем.

### 9.3. Темы индивидуальных заданий

1. Разработка программы с обработчиком исключительной ситуации от контроллера NVIC.
2. Разработка программы с обработчиком прерываний от контроллера NVIC.
3. Разработка программы с использованием двух указателей стека.
4. Написание и отладка драйверов периферийных устройств для микроконтроллеров фирмы "Миландр" серии 1986ВEx.

### 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Выступление (доклад) на занятии			5	5
Зачет			30	30
Контрольная работа		10	10	20
Опрос на занятиях	5	5		10
Отчет по индивидуальному заданию		5	5	10

Отчет по практическому занятию		5	5	10
Реферат	5	5		10
Собеседование			5	5
Итого максимум за период	10	30	60	100
Нарастающим итогом	10	40	100	100

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Раводин, Олег Михайлович. Надежность, контроль и диагностика ЭВС и программного обеспечения : учебное пособие / О. М. Раводин ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем. - Томск : ТМЦДО, 2006. - 159 с. : табл., ил. - Библиогр.: с. 158. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

2. Технология разработки программных систем: Учебное пособие / Боровской И. Г. - 2012. 260 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2436>, дата обращения: 14.06.2017.

3. Половко, Анатолий Михайлович. Основы теории надежности : Учебное пособие для вузов / А. М. Половко , С. В. Гуров. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 702 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Игнатъев, Михаил Борисович. Активные методы обеспечения надежности алгоритмов и

программ : монография / М. Б. Игнатъев, Л. Г. Осовецкий, В. В. Фильчаков. - СПб. : Политехника, - 1992. - 288 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)

2. Магда Ю. С. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров ARM [Текст] : научное издание / Ю. С. Магда. - М. : ДМК Пресс, 2012. - 168 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)

3. Хартов, Вячеслав Яковлевич. Микропроцессорные системы: учебное пособие для вузов / В. Я. Хартов. - М. : Академия, 2010. - 352 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

4. Гусев С. Двухъядерный микроконтроллер компании «Миландр» для высоконадёжных применений. // Электронные Компоненты - №7 — 2011 — с.34-36. [Электронный ресурс]. - <http://milandr.ru/upload/iblock/e66/e66b760a26e878d948e22fb013fb853b.pdf>

5. Шумилин С. Какоулин М. Сбоеустойчивый микроконтроллер на базе ядра ARM Cortex-M4F для систем с повышенными требованиями надежности, разработанный ЗАО «ПКК Миландр» // Компоненты и технологии - № 12 — 2013 — с. 90-92. [Электронный ресурс]. - <http://milandr.ru/upload/iblock/9fa/9fac952ebc3c2e60979d4df5e531c17d.pdf>

6. Аджиев В. Мифы о безопасном ПО: уроки знаменитых катастроф // Открытые системы» - № 06 - 1998. [Электронный ресурс]. - <http://www.osp.ru/os/1998/06/179592>.

7. Технологии разработки программного обеспечения: современный курс по программной инженерии [Текст] : учебник для вузов / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер. - 4-е изд. - СПб. : ПИТЕР, 2012. - 608 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)

### **12.3 Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Недяк С.П., Шаропин Ю.Б. Лабораторный практикум по микроконтроллерам семейства Cortex-M. Методическое пособие по проведению работ на отладочных платах фирмы «Миландр». - Томск: ТУСУР, 2017. - 110 с. [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/7010/download>

2. Шаропин, Ю. Б. Методическое пособие по проведению практических работ на отладочных платах фирмы "Миландр": Учебно-методическое пособие для специальностей: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 11.04.04 Электроника и микроэлектроника [Электронный ресурс] / Шаропин Ю. Б. — Томск: ТУСУР, 2017. — 26 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/7018/download>. [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/7018/download>

3. Шаропин, Ю. Встраиваемые системы для ответственных применений: Пособие по самостоятельной работе [Электронный ресурс] / Шаропин Ю. — Томск: ТУСУР, 2017. — 9 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/7015/download> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/7015/download>

#### **12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

##### **Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

##### **Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### **Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение**

1. Средства документирования исходного кода. В курсе используется широко распространенное ПО Doxygen, обеспечивающие автоматизированное создание документации из исходного

кода, предварительно написанного по особым правилам. Программное обеспечение свободное, доступно на сервере кафедры [ftp://student:@192.168.77.178/\\_For\\_Students/MPSSAU/!KP/Doxygen](ftp://student:@192.168.77.178/_For_Students/MPSSAU/!KP/Doxygen). Документация по использованию Doxygen имеется на русском языке.

2. Средства разработки программного обеспечения для микроконтроллеров ARM используется для выполнения, практических и индивидуальных заданий — обязательна для изучения IAR Embedded Workbench for ARM. Дополнительно рекомендуемое ПО для ознакомления: Keil Development Tools, Code Composer Studio, ARM Development Studio, CoCoX CoIDE, GNU toolchain from ARM Cortex-M & Cortex-R processors (Cortex-M0/M0+/M3/M4, Cortex-R4/R5/R7).

3. Файловый менеджер FAR.

4. Клиентское ПО TortoiseSVN для работы с репозиторием Subversion.

5. Программные продукты верификации и статического анализа исходного кода из состава пакета MatLab: Polyspace Code Prover, Polyspace Bug Finder.

6. Система сопровождения проектирования и разработки призвана обеспечить: рабочее WEB-пространство для постановки и решения задач проектирования совместно со студентами, контроль над ходом выполнения проекта, обмен сообщениями в режиме форума, обмен файлами, генерацию отчетов учебной активности. В курсе используется интернет-приложение Redmine, работающие на кафедральном сервере. Доступ <http://esau.tusur.ru:8085>. Программное обеспечение свободное, исходный код открыт. Документация по использованию Redmine имеется на русском языке.

7. Все ПО используемое в курсе оценочное и предоставляется производителем бесплатно, либо это свободное ПО с открытым исходным кодом. Все необходимое ПО находится на кафедральном сервере <ftp://esau.tusur.ru> и доступно студентам.

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

#### **13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

##### **13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью, проектором и ноутбуком преподавателя. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

##### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 2 этаж, ауд. 207, 208, 214. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Персональные компьютеры в количестве 7 штук. Отладочные комплекты фирмы "Миландр" в количестве 8 штук. Отладочные комплекты фирмы "Миландр" в составе: MDR32F2Q1 - 1шт., 1986BE93Y - 1шт., 1967BЦ1T - 2 шт, 1901BЦ1T -2 шт, 1986BE91 - 4 шт. Отладчики стандарта IEEE 1149. (JTAG) типа J-Link в количестве 8 шт. Мультиметр, осциллограф.

##### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 207, 208, 214. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 10 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду внедренную на кафедре ЭСАУ в 2011г., для обеспечения дисциплин по микропроцессорной техники, ГПО и программированию, представляющую собой систему сопровождения проектной деятельности и обеспечивающая оперативную коммуникацию студент-студент, студент-преподаватель.

#### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусили-

вающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 14. Фонд оценочных средств

### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

Все методические рекомендации по изучению дисциплины и самостоятельной работе студента (СРС) предоставлены в системе сопровождения проектной деятельности <http://esau.tusur.ru:8085>, которая обеспечивает оперативную коммуникацию студент-студент, студент-преподаватель, полностью соответствует концепции электронного обучения ТУСУР: <https://regulations.tusur.ru/documents/613>.

Рекомендации по написанию тематического реферата находятся по адресу (требуется регистрация): <http://esau.tusur.ru:8085/projects/ref-001/wiki>.

Рекомендации по практическим работам (требуется регистрация): <http://esau.tusur.ru:8085/projects/practice/wiki/Wiki>.

Рекомендации по выполнению индивидуальных заданий (требуется регистрация): <http://esau.tusur.ru:8085/projects/iz-001/wiki/Wiki>.

На портале ТУСУРа методические рекомендации оформлены в виде методического пособия по самостоятельной работе: <https://edu.tusur.ru/publications/7015>. и методического пособия по практической работе <https://edu.tusur.ru/publications/7018>.

### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общему медицинскому	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету,	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния

### **14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Встраиваемые системы для ответственных применений**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств**

Направленность (профиль): **Автоматизация технологических процессов и производств**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**

Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2012 года

Разработчики:

- старший преподаватель каф. КСУП Ю. Б. Шаропин
- инженер каф. КСУП С. П. Недяк

Зачет: 7 семестр

Томск 2017



## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-3	способностью использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности	Должен знать основные компоненты встраиваемых систем и требования к ним; принципы организации функциональных и интерфейсных связей вычислительных систем с объектами автоматизации; принципы построения и разработки встраиваемых систем с повышенными требованиями к надежности.; Должен уметь формировать технические требования к встраиваемой системе с учетом условий ее применения; разрабатывать, выбирать, комплексировать и эксплуатировать программно-аппаратные средства встраиваемых систем; Должен владеть навыками проектирования и разработки встраиваемых систем; навыками разработки и отладки программного обеспечения, используемого во встраиваемых системах с повышенными требованиями к надежности;
ПК-8	способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством	
ПК-19	способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми	Работает при прямом наблюдении

уровень)		для выполнения простых задач	
----------	--	------------------------------	--

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства при решении задач профессиональной деятельности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	периферийные устройства МК: UART, I2C, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Знать библиотеку стандартных периферийных устройств. Знать условные графические обозначения, используемые на принципиальной электрической схеме отладочной платы. Знать систему сброса и тактирования МК.	настраивать периферийные устройства МК: UART, I2C, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Уметь применять различные способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Уметь объяснять работу периферийных устройств и способы их взаимодействия с центральным процессором. Уметь читать принципиальную электрическую схему отладочной платы. Уметь изменять тактовую частоту работы МК.	основными понятиями последовательной передачи данных, основными понятиями преобразования аналоговых величин в цифровые и наоборот. Владеть основными режимами работы таймеров, модулей последовательной передачи данных, ADC и DAC. Владеть методами конфигурации системы тактирования и сброса МК.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Собеседование;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Собеседование;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• периферийные устройства МК: UART, I2C, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Знать библиотеку стандартных периферийных устройств и библиотеку CMSIS.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• настраивать периферийные устройства МК: UART, I2C, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Уметь применять различные способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Уметь объяснять работу периферийных устройств и способы их взаимодействия с центральным процессором.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• основными понятиями последовательной передачи данных (синхронный, асинхронный, дуплекс, полудуплекс, симплекс, мастер, подчиненный, адрес), основными понятиями сетевой организации обмена данными, на основе семиуровневой модели OSI, основными понятиями преобразования аналоговых величин в цифровые и наоборот. Владеть основными режимами работы таймеров (ШИМ, захват, измерение временных интервалов), модулей последовательной передачи данных, ADC и DAC.;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• периферийные устройства МК: UART, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Знать библиотеку стандартных периферийных устройств и библиотеку CMSIS.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• настраивать периферийные устройства МК: UART, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Уметь применять различные способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Уметь объяснять работу периферийных устройств и способы их взаимодействия с центральным процессором.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• основными понятиями последовательной передачи данных (синхронный, асинхронный, дуплекс, полудуплекс, симплекс, мастер, подчиненный, адрес), основными понятиями сетевой организации обмена данными, основными понятиями преобразования аналоговых величин в цифровые и наоборот. Владеть основными режимами работы таймеров (ШИМ, захват, измерение временных интервалов), модулей последовательной передачи данных, ADC и DAC.;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• периферийные устройства МК: UART, TIM, ADC, DAC. Способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой до-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• настраивать периферийные устройства МК: UART, TIM, ADC, DAC. Уметь применять различные способы обмена информацией в МПС:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• основными понятиями последовательной передачи данных (синхронный, асинхронный, дуплекс, полудуплекс, симплекс, мастер, под-</li> </ul>

	ступ к памяти, программный обмен. Знать библиотеку стандартных периферийных устройств.;	прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Уметь объяснять работу периферийных устройств и способы их взаимодействия с центральным процессором.;	чиненный, адрес), основными понятиями преобразования аналоговых величин в цифровые и наоборот. Владеть основными режимами работы таймеров (ШИМ, захват, измерение временных интервалов), модулей последовательной передачи данных, ADC и DAC.;
--	---	--	--

## 2.2 Компетенция ПК-8

ПК-8: способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знать современные интегрированные среды разработки программного обеспечения (ПО). Знать современные средства анализа кода (Cpptest) и отладки (IAR C-SPY Debugger, GDB), используемые при разработке ПО для МК. Знать средства контроля версий и средства управления проектами и задачами.	Уметь настраивать интегрированные среды разработки программного обеспечения для работы с МК фирмы "Миландр". Уметь применять средства динамического и статического анализа исходного кода. Уметь использовать средства контроля версий и средства управления проектами и задачами.	Владеть основными методами отладки ПО: трассировка, контрольные точки, условные контрольные точки, чтение дампа памяти, назначение и значение регистров ЦПУ и периферийных устройств, просмотр и модификация переменных, просмотр содержимого стека и стека вызовов. Владеть понятиями динамического и статического анализа исходного кода.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Интерактивные практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Интерактивные практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Интерактивные практические занятия;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>Контрольная работа;</li> <li>Домашнее задание;</li> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Собеседование;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Контрольная работа;</li> <li>Домашнее задание;</li> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Собеседование;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Домашнее задание;</li> <li>Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>Реферат;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>
--	---	---	---

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать современные интегрированные среды разработки программного обеспечения (ПО). Знать современные средства анализа кода (Cprrcheck) и отладки (IAR C-SPY Debugger, GDB), используемые при разработки ПО для МК. Знать средства контроля версий и средства управления проектами и задачами.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уметь настраивать интегрированные среды разработки программного обеспечения для работы с МК фирмы "Миландр". Уметь применять средства динамического и статического анализа исходного кода. Уметь использовать средства контроля версий и средства управления проектами и задачами. ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Владеть основными методами отладки ПО: трассировка, контрольные точки, условные контрольные точки, чтение дампа памяти, назначение и значение регистров ЦПУ и периферийных устройств, просмотр и модификация переменных, просмотр содержимого стека и стека вызовов. Владеть понятиями динамического и статического анализа исходного кода.;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать современные интегрированные среды разработки программного обеспечения (ПО). Знать современные средства анализа кода (Cprrcheck) и отладки (IAR C-SPY Debugger), используемые при разработки ПО для МК. Знать одно средство контроля версий и средство управления проектами и задачами.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уметь настраивать интегрированную среду разработки программного обеспечения для работы с МК фирмы "Миландр". Уметь применять средства динамического и статического анализа исходного кода. Уметь использовать средства контроля версий и средства управления проектами и задачами. ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Владеть основными методами отладки ПО: трассировка, контрольные точки, условные контрольные точки, чтение дампа памяти, назначение и значение регистров ЦПУ и периферийных устройств. Владеть понятиями динамического и статического анализа исходного кода.;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знать интегрированную среду разработки программного обеспечения (ПО): основной состав и назначение. Знать средство анализа кода и отладки, используемые при разработки ПО для МК.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Уметь настраивать интегрированную среду разработки программного обеспечения для работы с МК фирмы "Миландр". Уметь применять средства динамического и статического анализа исходного кода.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Владеть основными методами отладки ПО: трассировка, контрольные точки, условные контрольные точки, чтение дампа памяти, назначение и значение регистров ЦПУ и периферийных устройств. ;</li> </ul>

## 2.3 Компетенция ПК-19

ПК-19: способностью участвовать в работах по моделированию продукции, технологических процессов, производств, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством с использованием современных средств автоматизированного проектирования, по разработке алгоритмического и программного обеспечения средств и систем автоматизации и управления процессами.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Основные понятия оценки качества программного обеспечения: программное средство (ПС), ошибка в ПС, правильная программа, надёжность ПС, технология программирования. Источники ошибок в ПС. Простые и сложные ПС, модель преобразования информации. Основные пути борьбы с ошибками. Нормативные стандарты кодирования для встраиваемых систем, критичных к безопасности (MISRA, CERT C Coding Standard...)	выполнять тестирование ПС и оценивать его качество. Уметь находить ошибки в ПС и исправлять их, применять основные методы борьбы с ошибками. Уметь применять стандарты кодирования для встраиваемых систем.	Спецификой разработки ПС. Понятиями: жизненный цикл ПС, качество ПС. Методами борьбы со сложностью ПС. Методами обеспечения точности преобразования информации, методами контроля правильности принимаемых решений. Владеть автоматным стилем кодирования.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Выступление (доклад) на занятии;</li> <li>• Реферат;</li> <li>• Отчет по практическому занятию;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Основные понятия оценки качества программного обеспечения: программное средство (ПС), ошибка в ПС, правильная программа, надёжность ПС, технология программирования. Источники ошибок в ПС. Простые и сложные ПС, модель преобразования информации. Основные пути борьбы с ошибками. Нормативные стандарты кодирования для встраиваемых систем, критичных к безопасности (MISRA, Embedded C Coding Standard, CERT C Coding Standard...);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>выполнять тестирование ПС и оценивать его качество. Уметь находить ошибки в ПС и исправлять их, применять основные методы борьбы с ошибками. Уметь применять стандарты кодирования для встраиваемых систем (MISRA, Embedded C Coding Standard, CERT C Coding Standard...);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>спецификой разработки ПС. Понятиями: жизненный цикл ПС, качество ПС. Методами борьбы со сложностью ПС. Методами обеспечения точности преобразования информации, методами контроля правильности принимаемых решений. Владеть процедурным, структурным, объектно-ориентированным, автоматным программированием, владеть методом оформления комментариев в исходных кодах для последующего формирования документации с помощью программы Doxygen.;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Основные понятия оценки качества программного обеспечения: программное средство (ПС), ошибка в ПС, правильная программа, надёжность ПС, технология программирования. Источники ошибок в ПС. Простые и сложные ПС, модель преобразования информации. Основные пути борьбы с ошибками. Нормативные стандарты кодирования для встраиваемых систем, критичных к безопасности (MISRA).;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>выполнять тестирование ПС и оценивать его качество. Уметь находить ошибки в ПС и исправлять их, применять основные методы борьбы с ошибками. Уметь применять стандарты кодирования для встраиваемых систем (MISRA, Embedded C Coding Standard).;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>спецификой разработки ПС. Понятиями: жизненный цикл ПС, качество ПС. Методами борьбы со сложностью ПС. Методами обеспечения точности преобразования информации, методами контроля правильности принимаемых решений. Владеть, объектно-ориентированным, автоматным программированием, владеть методом оформления комментариев в исходных кодах для последующего формирования документации с помощью программы Doxygen.;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Основные понятия оценки качества программного обеспечения: программное средство (ПС), ошибка в ПС, правильная программа, надёжность ПС, техно-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>выполнять тестирование ПС и оценивать его качество. Уметь находить ошибки в ПС и исправлять их, применять основные методы борьбы с ошибками.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>спецификой разработки ПС. Понятиями: жизненный цикл ПС, качество ПС. Методами борьбы со сложностью ПС. Методами обеспечения точности преоб-</li> </ul>

	логия программирования. Источники ошибок в ПС. Простые и сложные ПС, модель преобразования информации. Основные пути борьбы с ошибками. ;		разования информации, методами контроля правильности принимаемых решений. Владеть автоматным программированием.;
--	---	--	--

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1 Темы рефератов

- Встроенные средства разработки и отладки современных микроконтроллеров.
- Обзор современных IDE для разработки ПО встраиваемых систем.
- Методы контроля выполнения программного кода в микропроцессорах.
- Отечественные микропроцессорные разработки для ответственных применений.

#### 3.2 Зачёт

– Выполнить тестовое задание согласованное с сотрудниками ф. "Миландр" для получения сертификата, подтверждающего знания в области разработки программного обеспечения для микроконтроллеров семейства 1986ВЕхх. Студент набравший от 85 до 100 по предыдущему предмету «Микропроцессорные средства автоматизации и управления» и по «Встраиваемые системы для ответственных применений» получает сертификат фирмы "Миландр", подтверждающий знания в области разработки ПО для МК семейства 1986ВЕхх.

#### 3.3 Темы домашних заданий

– Выполнить перевод технической документации с английского на русский в количестве 1000 знаков.

#### 3.4 Темы индивидуальных заданий

– Разработка программы с обработчиком исключительной ситуации от контроллера NVIC.  
– Разработка программы с обработчиком прерываний от контроллера NVIC.  
– Разработка программы с использованием двух указателей стека.  
– Написание и отладка драйверов периферийных устройств для микроконтроллеров фирмы "Миландр" серии 1986ВЕх.

#### 3.5 Вопросы на собеседование

- Архитектура FreeRTOS
- Архитектура МАКС
- Архитектура SafeRTOS

#### 3.6 Темы опросов на занятиях

– Понятие встраиваемая система. Анализ факторов снижения надежности встраиваемых систем. Анализ известных катастроф из-за сбоев (ошибок) программного обеспечения. Высоконадежные ВС и классификация. Стандарты и регламентирующие документы.

#### 3.7 Темы докладов

– Темы докладов соответствуют темам рефератов. По результатом написания реферата студент делает доклад.

#### 3.8 Темы контрольных работ

– Объяснить факторы снижения надежности встраиваемых систем.  
– Методы повышения надежности ПО.  
– Привести примеры известных катастроф из-за сбоев (ошибок) встраиваемого программного обеспечения.



- Высоконадежные ВС и классификация.
- Стандарты и регламентирующие документы.

### **3.9 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

- Периферийные устройства МК: UART, I2C, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Библиотека стандартных периферийных устройств (Standard Peripheral Libraries).
- Особенности разработки программного обеспечения для встраиваемых систем с применением операционных систем реального времени. Управление задачами, совместная и бесконфликтная работа с общими ресурсами, работа с семафорами, мьютексами.
- Жизненный цикл программ. ЕСПД, MISRA, стандарты языка C/C++ как средство повышения надёжности и переносимости ПО. Примеры нарушения требований к безопасности ПО для ВС. Работа со специальными программными продуктами для разработки встраиваемых систем (IAR Embedded Workbench, ParaSoft, MatLab)
- Язык Си/Си++ для встраиваемых систем (Embedded C/C++). Использование расширений языка Си в среде разработки IAR Embedded Workbench. Парадигмы программирования, процедурное, структурное программирование, объектно-ориентированное, автоматный стиль кодирования, стили кодирования, стандарты оформления кода (Doxygen).

## **4 Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### **4.1. Основная литература**

1. Раводин, Олег Михайлович. Надёжность, контроль и диагностика ЭВС и программного обеспечения : учебное пособие / О. М. Раводин ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем. - Томск : ТМЦДО, 2006. - 159 с. : табл., ил. - Библиогр.: с. 158. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)
2. Технология разработки программных систем: Учебное пособие / Боровской И. Г. - 2012. 260 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/2436>, свободный.
3. Половко, Анатолий Михайлович. Основы теории надёжности : Учебное пособие для вузов / А. М. Половко , С. В. Гуров. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: БХВ-Петербург, 2006. - 702 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 23 экз.)

### **4.2. Дополнительная литература**

1. Игнатъев, Михаил Борисович. Активные методы обеспечения надёжности алгоритмов и программ : монография / М. Б. Игнатъев, Л. Г. Осовецкий, В. В. Фильчаков. - СПб. : Политехника, - 1992. - 288 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)
2. Магда Ю. С. Программирование и отладка C/C++ приложений для микроконтроллеров ARM [Текст] : научное издание / Ю. С. Магда. - М. : ДМК Пресс, 2012. - 168 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 12 экз.)
3. Хартов, Вячеслав Яковлевич. Микропроцессорные системы: учебное пособие для вузов / В. Я. Хартов. - М. : Академия, 2010. - 352 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)
4. Гусев С. Двухъядерный микроконтроллер компании «Миландр» для высоконадёжных применений. // Электронные Компоненты - №7 — 2011 — с.34-36. [Электронный ресурс]. - <http://milandr.ru/upload/iblock/e66/e66b760a26e878d948e22fb013fb853b.pdf>
5. Шумилин С. Какоулин М. Сбоеустойчивый микроконтроллер на базе ядра ARM Cortex-M4F для систем с повышенными требованиями надёжности, разработанный ЗАО «ПКК Миландр» // Компоненты и технологии - № 12 — 2013 — с. 90-92. [Электронный ресурс]. - <http://milandr.ru/upload/iblock/9fa/9fac952ebc3c2e60979d4df5e531c17d.pdf>
6. Аджиев В. Мифы о безопасном ПО: уроки знаменитых катастроф // Открытые системы» - № 06 - 1998. [Электронный ресурс]. - <http://www.osp.ru/os/1998/06/179592>.

7. Технологии разработки программного обеспечения: современный курс по программной инженерии [Текст] : учебник для вузов / С. А. Орлов, Б. Я. Цилькер. - 4-е изд. - СПб. : ПИТЕР, 2012. - 608 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)

#### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Недяк С.П., Шаропин Ю.Б. Лабораторный практикум по микроконтроллерам семейства Cortex-M. Методическое пособие по проведению работ на отладочных платах фирмы «Миландр». - Томск: ТУСУР, 2017. - 110 с. [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/7010/download>

2. Шаропин, Ю. Б. Методическое пособие по проведению практических работ на отладочных платах фирмы "Миландр": Учебно-методическое пособие для специальностей: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 11.04.04 Электроника и микроэлектроника [Электронный ресурс] / Шаропин Ю. Б. — Томск: ТУСУР, 2017. — 26 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/7018/download>. [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/7018/download>

3. Шаропин, Ю. Встраиваемые системы для ответственных применений: Пособие по самостоятельной работе [Электронный ресурс] / Шаропин Ю. — Томск: ТУСУР, 2017. — 9 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/7015/download> [Электронный ресурс]. - <https://edu.tusur.ru/lecturer/publications/7015/download>

#### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Средства документирования исходного кода. В курсе используется широко распространенное ПО Doxygen, обеспечивающее автоматизированное создание документации из исходного кода, предварительно написанного по особым правилам. Программное обеспечение свободное, доступно на сервере кафедры [ftp://student:@192.168.77.178/\\_For\\_Students/MPSSAU/!KP/Doxygen](ftp://student:@192.168.77.178/_For_Students/MPSSAU/!KP/Doxygen). Документация по использованию Doxygen имеется на русском языке.

2. Средства разработки программного обеспечения для микроконтроллеров ARM используется для выполнения, практических и индивидуальных заданий — обязательна для изучения IAR Embedded Workbench for ARM. Дополнительно рекомендуемое ПО для ознакомления: Keil Development Tools, Code Composer Studio, ARM Development Studio, CoCoX CoIDE, GNU toolchain from ARM Cortex-M & Cortex-R processors (Cortex-M0/M0+/M3/M4, Cortex-R4/R5/R7).

3. Файловый менеджер FAR.

4. Клиентское ПО TortoiseSVN для работы с репозиторием Subversion.

5. Программные продукты верификации и статического анализа исходного кода из состава пакета MatLab: Polyspace Code Prover, Polyspace Bug Finder.

6. Система сопровождения проектирования и разработки призвана обеспечить: рабочее WEB-пространство для постановки и решения задач проектирования совместно со студентами, контроль над ходом выполнения проекта, обмен сообщениями в режиме форума, обмен файлами, генерацию отчетов учебной активности. В курсе используется интернет-приложение Redmine, работающие на кафедральном сервере. Доступ <http://esau.tusur.ru:8085>. Программное обеспечение свободное, исходный код открыт. Документация по использованию Redmine имеется на русском языке.

7. Все ПО используемое в курсе оценочное и предоставляется производителем бесплатно, либо это свободное ПО с открытым исходным кодом. Все необходимое ПО находится на кафедральном сервере <ftp://esau.tusur.ru> и доступно студентам.