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.

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	З.Е

Зачет: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 21646

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 18 от «16» 5 2017 г.

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 Миландр»	_____	Л. Л. Владимиров
доцент, к.н. ТУСУР, КСУП	_____	А. А. Калентьев

Согласована на портале № 21646

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 1986ВЕ9х, 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, комплексировать и эксплуатировать программно-аппа-

Согласована на портале № 21646

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,

Согласована на портале № 21646

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 сдачи 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
7 семестр			
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 надеж-ностью. 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	

Согласована на портале № 21646

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
	Итого	4	
7 Передовые методы построения надежных встраиваемых систем.	Принципиальные ограничения надежности существующих методик разработки ВС и перспективы развития систем для ответственных применений.	2	ПК-19
	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-	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 21646

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

Согласована на портале № 21646

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,

Согласована на портале № 21646

средства для разработки ПО. Отладка ПО для ВС.	MISRA, стандарты языка С/С++ 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, объе́ктно-ориенти́рованное, 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
7 семестр				
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		

Согласована на портале № 21646

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 сдачи 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 1986ВЕх.

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

Согласована на портале № 21646

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. Игнатьев, Михаил Борисович. Активные методы обеспечения надежности алгоритмов и

Согласована на портале № 21646

программ : монография / М. Б. Игнатьев, 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 наноэлектроника [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

Согласована на портале № 21646

кода, предварительно написанного по особым правилам. Программное обеспечение свободное, доступно на сервере кафедры 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, CooCox 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: MDR32F2QI - 1шт., 1986ВЕ93У - 1шт, 1967ВЦ1Т - 2 шт, 1901ВЦ1Т -2 шт, 1986ВЕ91 - 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-

Согласована на портале № 21646

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 общемедицинским	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету,	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния

Согласована на портале № 21646

показаниям	контрольные работы, устные ответы	обучающегося на момент проверки

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.

Согласована на портале № 21646

Приложение 1

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

Согласована на портале № 21646

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

Согласована на портале № 21646

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	• Самостоятельная работа; • Лекции; • Практические занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лекции; • Практические занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Собеседование; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Собеседование; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;

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

Согласована на портале № 21646

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• 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.;	• 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.;	• 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.;
Хорошо (базовый уровень)	• 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.;	• 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.;	• 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.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• периферийные устройства МК: UART, TIM, ADC, DAC. Способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой до-	• настраивать периферийные устройства МК: UART, TIM, ADC, DAC. Уметь применять различные способы обмена информацией в МПС:	• основными понятиями последовательной передачи данных (синхронный, асинхронный, дуплекс, полудуплекс, симплекс, мастер, под-

Согласована на портале № 21646

	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 (Cppcheck) и отладки (IAR C-SPY Debugger, GDB), используемые при разработки 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	• Самостоятельная работа; • Лекции; • Практические занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лекции; • Практические занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Собеседование; • Опрос на занятиях;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Собеседование; • Опрос на занятиях;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат;

Согласована на портале № 21646

	• Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Отчет по практическому занятию; • Зачет;

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)	• Знать современные интегрированные среды разработки программного обеспечения (ПО). Знать современные средства анализа кода (Cppcheck) и отладки (IAR C-SPY Debugger, GDB), используемые при разработки 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.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знать современные интегрированные среды разработки программного обеспечения (ПО). Знать современные средства анализа кода (Cppcheck) и отладки (IAR C-SPY Debugger), используемые при разработки ПО для МК. Знать одно средство контроля версий и средство управления проектами и задачами.;	• 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. ;	• 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.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знать интегрированную среду разработки программного обеспечения (ПО): основной состав и назначение. Знать средство анализа кода и отладки, используемые при разработки ПО для МК.;	• Уметь настраивать интегрированную среду разработки программного обеспечения для работы с МК фирмы "Миландр". Уметь применять средства динамического и статического анализа исходного кода.;	• Владеть основными методами отладки ПО: трассировка, контрольные точки, условные контрольные точки, чтение дампа памяти, назначение и значение регистров ЦПУ и периферийных устройств. ;

Согласована на портале № 21646

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	• Самостоятельная работа; • Лекции; • Практические занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Лекции; • Практические занятия; • Интерактивные практические занятия;	• Самостоятельная работа; • Интерактивные практические занятия;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;	• Домашнее задание; • Отчет по индивидуальному заданию; • Выступление (доклад) на занятии; • Реферат; • Отчет по практическому занятию; • Зачет;

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

Согласована на портале № 21646

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• 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...).;	• 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...).;	• 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, объе́ктно-ориенти́рованным, автоматным программированием, владеть методом оформления комментариев в исходных кодах для последующего формирования документации с помощью программы Doxygen.;
Хорошо (базовый уровень)	• 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).;	• 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).;	• 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, объе́ктно-ориенти́рованным, автоматным программированием, владеть методом оформления комментариев в исходных кодах для последующего формирования документации с помощью программы Doxygen.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Основные понятия оценки качества программного обеспечения: программное средство (ПС), ошибка в ПС, правильная программа, надёжность ПС, техно-	• выполнять тестирование ПС и оценивать его качество. Уметь находить ошибки в ПС и исправлять их, применять основные методы борьбы с ошибками.;	• спецификой разработки ПС. Понятиями: жизненный цикл ПС, качество ПС. Методами борьбы со сложностью ПС. Методами обеспечения точности преоб-

Согласована на портале № 21646

	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 1986BExx. 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 1986BExx.

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 1986BEx.

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.

Согласована на портале № 21646

– 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, объéктно-ориентúрованное, 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 фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. 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, свободный.

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.)

4.2. Дополнительная литература

1. Игнатьев, Михаил Борисович. Активные методы обеспечения надежности алгоритмов и программ : монография / М. Б. Игнатьев, 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.

Согласована на портале № 21646

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 наноэлектроника [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, 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. 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, CooCox 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.

Согласована на портале № 21646