

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Встраиваемые системы**

направление подготовки:

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Направленность программы (профиль):

Вычислительные машины, комплексы, системы и сети

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения


Очная

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и  
автоматизированных систем

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», утвержденного приказа Минобрнауки России от 19.09.2017 № 929
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

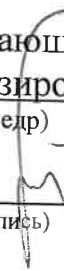
Составитель: к.т.н., доцент  (ученая степень и звание, подпись) (Шамраев А.А.)  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » 05 2021 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (ученая степень и звание, подпись) (Поляков В.М.)  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем  
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (ученая степень и звание, подпись) (Поляков В.М.)  
(инициалы, фамилия)

« 14 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 20 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (ученая степень и звание, подпись) (Семернин А.Н.)  
(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Разработка программного обеспечения программно-аппаратных платформ	ПК-2. Способен разрабатывать программное обеспечение для встраиваемых программно-аппаратных платформ	ПК-2.1 Разрабатывает программное обеспечение взаимодействия программно-аппаратных компонентов вычислительных систем	Знания, умения, навыки
		ПК-2.2 Разрабатывает программное обеспечение протоколов взаимодействия в распределённых средах	Знания, умения, навыки

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 1. Компетенция ПК-2. Способен разрабатывать программное обеспечение для встраиваемых программно-аппаратных платформ

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Алгоритмы и структуры данных
2.	Объектно-ориентированное программирование
3.	Архитектура вычислительных систем
4.	Интерфейсы вычислительных систем
5.	Проектирование и управление вычислительными сетями
6.	Промышленный интернет
7.	Программирование систем реального времени
8.	Программирование микроконтроллеров
9.	Программирование мобильных устройств
10.	Технологии межмашинного взаимодействия
11.	Встраиваемые системы
12.	Тестирование программных систем
13.	Микропроцессорные системы
14.	Производственная преддипломная практика

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часа.

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	71	71
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	3	3
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	109	109
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	73	73
Экзамен	36	36

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**4.1 Наименование тем, их содержание и объем**  
**Курс 3 Семестр 6**

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>1. Введение во встраиваемые вычислительные системы</b>					
	Понятие встраиваемой вычислительной системы. Проектирование программно-реализованных встраиваемых систем. Встроенное программное обеспечение. Классификация встраиваемых систем. Проектирование заказных микропроцессорных систем. Методики проектирования встраиваемых систем. Языки описания архитектуры встраиваемых систем.	8			10
<b>2. Особенности разработки программного обеспечения для встраиваемых систем</b>					
	Операционные системы реального времени для встраиваемых систем. Классификация ОС реального времени. Обзор операционных систем для встраиваемых систем (TI RTOS, FreeRTOS, OpenRTOS). 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. Специальные инструментальные средства для разработки ПО для встраиваемых систем. Отладка ПО для встраиваемых систем. Основные определения. Отладка и отладчик. Специфика отладки ПО встраиваемых систем. Способы организации отладки ПО встраиваемых систем, достоинства и недостатки: погружение отлаживаемого ПО в симуляционную среду; внедрение отладочного агента в целевую систему. Инструментальные средства отладки. Симулятор. Внутрисхемный эмулятор. Измерение производительности программ. Примеры инструментальных систем для отладки.	14		20	36
<b>3. Проектирование встраиваемых систем на базе ARM-архитектуры</b>					
	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 Cortex-M фирмы Texas Instruments	12		14	27
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>		<b>34</b>	<b>73</b>

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 6				
1	Особенности разработки программного обеспечения для встраиваемых систем	FreeRTOS – управление задачами	4	6
2		FreeRTOS – управление очередями	4	6
3		FreeRTOS – драйверы, управление прерываниями	4	6
4		FreeRTOS – семафоры, синхронизация задач	4	6
5		FreeRTOS – мьютексы, управление ресурсами	4	6
6	Проектирование встраиваемых систем на базе ARM-архитектуры	Изучение архитектуры лабораторного стенда и интегрированной среды разработки CCS	2	3
7		Дискретные порты ввода-вывода	2	3
8		Таймеры. Контроллер прерываний	2	3
9		Управление последовательным интерфейсом	2	3
10		Обработка запросов матричной клавиатуры	2	3
11		Разработка драйвера управления графическим ЖКИ	4	6
ИТОГО:			34	51
ВСЕГО:			34	51

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

#### 1 Компетенция ПК-2 Способен разрабатывать программное обеспечение для встраиваемых программно-аппаратных платформ

*(код и формулировка компетенции)*

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Разрабатывает программное обеспечение взаимодействия программно-аппаратных компонентов вычислительных систем	защита лабораторной работы, собеседование, устный опрос, экзамен
ПК-2.2 Разрабатывает программное обеспечение протоколов взаимодействия в распределённых средах	защита лабораторной работы, собеседование, устный опрос, экзамен

### 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

#### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Введение во встраиваемые вычислительные системы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Встроенная (или встраиваемая) система (ВС). Категории ВС. Примеры встраиваемых систем.</li> <li>2. Распределенная встроенная система.</li> <li>3. Система реального времени. Принципиальное отличие обычных информационных систем от систем реального времени (СРВ). Система мягкого реального времени. Система жесткого реального времени.</li> <li>4. Информационно-управляющая система (ИУС). Отличие СРВ от ИУС.</li> <li>5. Варианты построения ИУС. Состав ИУС.</li> <li>6. Особенности организации и использования ВВС. Влияние особенностей аппаратного обеспечения ВВС на организацию ПО.</li> </ol>
2.	Особенности разработки программного обеспечения для встраиваемых систем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стратегии разработки программных средств и систем.</li> <li>2. Варианты организации ПО ВВС.</li> <li>3. Стиль программирования, модель вычислений, платформа. Классификация стилей программирования. Стиль, метод, методология, методика.</li> <li>4. Особенности реализации аппаратно-зависимого ПО.</li> <li>5. Данные, поток данных, информация, процесс. Поточковая модель вычислений. Диаграмма потоков управления. Применение потоковых моделей на практике. Проблемы реализации потоковых моделей.</li> <li>6. Реализация потоковой модели в Операционной системе реального времени (ОС РВ).</li> <li>7. Обобщенная модель ОС РВ. Классификация ОС РВ. Основополагающие компоненты ОС РВ.</li> <li>8. Компиляторы языков высокого уровня. Компилятор и транслятор. Язык программирования Си. Коммерческие компиляторы</li> </ol>

		<p>9. Отладка и отладчик. Специфика отладки ПО встраиваемых систем.</p> <p>10. Способы организации отладки ПО встраиваемых систем, достоинства и недостатки: погружение отлаживаемого ПО в симуляционную среду; внедрение отладочного агента в целевую систему.</p> <p>11. Инструментальные средства отладки.</p> <p>12. Симулятор. Внутрисхемный эмулятор.</p> <p>13. Измерение производительности программ.</p> <p>14. Примеры инструментальных систем для отладки.</p> <p>15. Архитектура FreeRTOS</p> <p>16. Архитектура TI RTOS</p> <p>17. Отладка кода для ВС с повышенными требованиями к надежности.</p> <p>18. Отладка кода для ВС с применением ОС РВ</p>
3.	Проектирование встраиваемых систем на базе ARM-архитектуры	<p>1. Элементная база микропроцессорной техники для встраиваемых применений. Процессор. Классификация процессоров. Микропроцессор и микроконтроллер. Классификация микроконтроллеров.</p> <p>2. Модульный принцип организации процессора ВВС. Типовая структура процессора для встраиваемых систем. Процессорное ядро.</p> <p>3. Организация прерываний в управляющих процессорах. Модули памяти. Порты ввода-вывода.</p> <p>4. Сетевые интерфейсы ВС.</p> <p>5. Особенности контроллеров. Анализ блоков микроконтроллеров с точки зрения программирования (центральный процессор, система контроля питания, подключение внешней памяти и т.д.).</p> <p>6. Разработка встроенных систем с использованием модели вычислений.</p>

### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

*Текущий контроль* осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ.

В методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, представлены индивидуальные варианты заданий и перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторной работы проводится в форме устного опроса студента и направлена на проверку степени усвоения материала и понимания теоретических сведений, используемых в процессе выполнения работы; для защиты необходимо представить в печатной (рукописной) форме отчет по лабораторной работе, выполненный самостоятельно и в соответствии со всеми требованиями, приведёнными в методических указаниях к выполнению лабораторных работ. Примерные перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ приведен в таблице:



Тематика лабораторной работы	Контрольные вопросы
Лабораторная работа №1. FreeRTOS – управление задачами	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как FreeRTOS выделяет процессорное время для каждой задачи внутри приложения?</li> <li>2. Как FreeRTOS выбирает, какая задача должна выполняться в любой имеющийся интервал времени?</li> <li>3. Как относительные приоритеты каждой задачи влияют на поведение системы?</li> <li>4. В каких состояниях может находиться задача?</li> <li>5. Алгоритмы планирования FreeRTOS.</li> <li>6. Блокировка задач.</li> <li>7. Как задать время блокировки (задержки выполнения) задачи?</li> <li>8. Как связана функция создания задачи с ее функцией выполнения?</li> <li>9. Что значит портирование ОС под данную платформу?</li> <li>10. Что задает конфигурационный файл?</li> <li>11. Как осуществляется программное подавление дребезга контактов?</li> <li>12. Состояния задачи.</li> <li>13. Приоритеты задач.</li> <li>14. Типы данных в FreeRTOS.</li> <li>15. Как реализовывать задачи?</li> <li>16. Как создать один или большее количество экземпляров задачи?</li> <li>17. Как использовать параметр задачи?</li> <li>18. Как изменить приоритет созданной ранее задачи?</li> <li>19. Как уничтожить задачу?</li> <li>20. Как реализовать периодическое выполнение задачи?</li> <li>21. Когда запускается задача ожидания (idle task), и как это можно использовать?</li> </ol>
Лабораторная работа №2. FreeRTOS – управление очередями	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как создавать очередь?</li> <li>2. Как влияют приоритеты задач на работу их с очередями?</li> <li>3. Как очередь управляет данными, которые в ней содержатся?</li> <li>4. Как данные посылаются (помещаются) в очередь?</li> <li>5. Как данные принимают (получают) из очереди?</li> <li>6. Что такое блокировка на очереди?</li> <li>7. Какой эффект оказывают приоритеты задачи при записи в очередь и чтении из очереди?</li> </ol>
Лабораторная работа №3. FreeRTOS – драйверы, управление прерываниями	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как детектируются события?</li> <li>2. Что такое polling?</li> <li>3. Когда используются прерывания, как много действий по обработке должно быть предпринято внутри обработчика прерывания (ISR), и как много действий нужно сделать вне обработчика прерывания?</li> <li>4. Как события должны обмениваться информацией с главным кодом (не ISR), и как этот код должен быть структурирован, чтобы лучше всего совместить обработку потенциально асинхронных процессов?</li> <li>5. Какие функции FreeRTOS API можно использовать из ISR.</li> <li>6. Как может быть реализована схема отложенных прерываний (deferred interrupt)?</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Как использовать очередь для передачи данных в ISR и из него?</li> <li>8. Модель вложенности прерываний, доступная для некоторых портов FreeRTOS.</li> </ol>
Лабораторная работа №4. FreeRTOS – семафоры, синхронизация задач	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание семафоров.</li> <li>2. Выдача семафоров из прерываний.</li> <li>3. Как создать и использовать двоичные семафоры и считающие семафоры (семафоры со счетчиком)?</li> <li>4. В чем отличие двоичного семафора от семафора со счетчиком?</li> </ol>
Лабораторная работа №5. FreeRTOS – мьютексы, управление ресурсами	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Когда и почему необходимы менеджмент ресурсов и управление ими?</li> <li>2. Что такое критическая секция?</li> <li>3. Что означает взаимное исключение?</li> <li>4. Что такое инверсия приоритетов?</li> <li>5. Что такое наследование приоритетов?</li> <li>6. Как создать мьютекс?</li> <li>7. Чем мьютекс отличается от двоичного семафора?</li> <li>8. Что означает приостановка шедулера?</li> <li>9. Как создать и использовать задачу гейткипера (привратника)?</li> </ol>
Лабораторная работа №6. Изучение архитектуры лабораторного стенда и интегрированной среды разработки CCS	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Опишите назначение модулей лабораторного стенда.</li> <li>2. Зачем ставить <code>while(1);</code> или <code>while(1) {};</code> в программу?</li> <li>3. Что такое IDE?</li> <li>4. Что такое HEX-файл?</li> <li>5. Какие функции есть у отладчика?</li> <li>6. Какие источники тактирования могут быть использованы в микроконтроллере MSP432P402?</li> <li>7. Перечислите изменяемые пользователем параметры, определяющие частоту синхронизации микропроцессорного ядра микроконтроллера MSP432P402.</li> </ol>
Лабораторная работа №7. Дискретные порты ввода-вывода	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рассчитать величину сопротивления ограничивающего резистора для светодиода.</li> <li>2. Какая конфигурация у портов микроконтроллера при включении питания?</li> <li>3. Как настроить линии порта для запроса прерывания по заднему фронту?</li> <li>4. Как настроить микроконтроллер для работы с внешней памятью?</li> </ol>
Лабораторная работа №8 Таймеры. Контроллер прерываний	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как задать частоту, подаваемую на таймер?</li> <li>2. Для чего введен режим захвата?</li> <li>3. Для чего используется режим совпадения?</li> <li>4. Какие регистры отвечают за систему прерываний?</li> <li>5. Как устанавливаются приоритеты прерываний?</li> <li>6. Что такое вектор прерывания, где он располагается?</li> <li>7. Что необходимо задать при программировании контроллера прерываний?</li> <li>8. Как включается процедура обработки прерываний в программу?</li> </ol>
Лабораторная работа №9 Управление последовательным	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какова особенность организации последовательного ввода вывода?</li> <li>2. Каков состав драйвера последовательного обмена?</li> </ol>

интерфейсом	3. Как происходит доступ к буферу обмена данными?
Лабораторная работа №10. Обработка запросов матричной клавиатуры	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какова особенность организации опроса клавиатурной матрицы?</li> <li>2. Для чего установлены диоды в столбцах матрицы?</li> <li>3. Для чего служат резисторы, подключенные к линиям строк клавиатуры?</li> <li>4. Каков состав драйвера клавиатуры?</li> <li>5. Как происходит сканирование клавиатурной матрицы?</li> <li>6. Как устраняется дребезг контактов?</li> <li>7. Какова особенность настройки портов, к которым подключена клавиатура в стенде?</li> <li>8. Как формируется скан-код нажатой кнопки?</li> </ol>
Лабораторная работа №11 Разработка драйвера управления графическим ЖКИ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поясните структуру графического ЖКИ.</li> <li>2. Поясните структуру видеопамати ЖКИ.</li> <li>3. Объясните принцип формирования символа по таблице знакогенератора.</li> <li>4. Объясните принцип рисования фигур на графическом ЖКИ.</li> </ol>

**Критерии оценки лабораторной работы:** лабораторная работа считается защищенной, если студент выполнил задание к работе полностью и во время устного опроса по работе правильно ответил на заданные преподавателем дополнительные вопросы.

#### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных компонентов встраиваемых систем и требований к ним; принципов организации функциональных и интерфейсных связей вычислительных систем с объектами автоматизации; особенностей процесса интеграции и поддержки встраиваемых систем в составе аппаратно-программных комплексов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение формировать технические требования к встраиваемой системе с учетом условий ее применения
	Умение разрабатывать, выбирать, комплексировать и эксплуатировать программно-аппаратные средства встраиваемых систем
Навыки	Владение навыками проектирования и разработки встраиваемых систем; навыками разработки и отладки программного обеспечения, используемого во встраиваемых системах; навыками сопровождения встраиваемых систем с использованием сервисного программного обеспечения
	Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности
	Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных компонентов встраиваемых систем и требований к ним; принципов организации функциональных и интерфейсных связей вычислительных систем с объектами автоматизации; особенностей процесса интеграции и поддержки встраиваемых систем в составе аппаратно-программных комплексов	Не знает современные интегрированные среды разработки программного обеспечения (ПО). Не знает современные средства анализа кода и отладки, используемые при разработке ПО для встраиваемых систем. Не знает средства контроля версий и средства управления проектами и задачами периферийные устройства МК: UART, I2C, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Не знает Способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Не знает библиотеку стандартных периферийных устройств и библиотеку CMSIS	Знает интегрированную среду разработки программного обеспечения (ПО): основной состав и назначение. Знает средство анализа кода и отладки, используемые при разработке ПО для встраиваемых систем периферийные устройства МК: UART, TIM, ADC, DAC. Способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Знает библиотеку стандартных периферийных устройств.	Знает современные интегрированные среды разработки программного обеспечения (ПО). Знает современные средства анализа кода и отладки, используемые при разработке ПО для встраиваемых систем. Знает одно средство контроля версий и средство управления проектами и задачами периферийные устройства МК: UART, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Знает способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Знает библиотеку стандартных периферийных устройств и библиотеку CMSIS	Знает современные интегрированные среды разработки программного обеспечения (ПО). Знает современные средства анализа кода и отладки, используемые при разработке ПО для встраиваемых систем. Знает средства контроля версий и средства управления проектами и задачами периферийные устройства МК: UART, I2C, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Знает способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Знает библиотеку стандартных периферийных устройств и библиотеку CMSIS
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и	Допускает неточности	Грамотно и по	Грамотно и точно излагает

	интерпретирует знания	в изложении и интерпретации знаний	существу излагает знания	знания, делает самостоятельные выводы
--	-----------------------	------------------------------------	--------------------------	---------------------------------------

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение формировать технические требования к встраиваемой системе с учетом условий ее применения	Не умеет настраивать интегрированные среды разработки программного обеспечения для работы с МК MSP432xxx фирмы Texas Instruments. Не умеет применять средства динамического и статического анализа исходного кода. Не умеет использовать средства контроля версий и средства управления проектами и задачами	Умеет настраивать интегрированную среду разработки программного обеспечения для работы с МК MSP432xxx фирмы Texas Instruments. Умеет применять средства динамического и статического анализа исходного кода.	Умеет настраивать интегрированную среду разработки программного обеспечения для работы с МК MSP432xxx фирмы Texas Instruments. Умеет применять средства динамического и статического анализа исходного кода. Умеет использовать средства контроля версий и средства управления проектами и задачами.	Умеет настраивать интегрированные среды разработки программного обеспечения для работы с МК MSP432xxx фирмы Texas Instruments. Умеет применять средства динамического и статического анализа исходного кода. Умеет использовать средства контроля версий и средства управления проектами и задачами
Умение разрабатывать, выбирать, комплексировать и эксплуатировать программно-аппаратные средства встраиваемых систем	Не умеет выполнять тестирование ПО и оценивать его качество. Умеет находить ошибки в ПО и исправлять их, применять основные методы борьбы с ошибками. Не умеет применять стандарты кодирования для встраиваемых систем (MISRA, Embedded C Coding Standard, CERT C Coding Standard...) Не умеет настраивать периферийные устройства МК: UART, I2C, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Не умеет применять различные способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Не умеет объяснять работу периферийных устройств и способы их взаимодействия с центральным процессором.	Умеет выполнять тестирование ПО и оценивать его качество. Умеет находить ошибки в ПО и исправлять их, применять основные методы борьбы с ошибками. Умеет настраивать периферийные устройства МК: UART, TIM, ADC, DAC. Умеет применять различные способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Умеет объяснять работу периферийных устройств и способы их взаимодействия с центральным процессором.	Умеет выполнять тестирование ПО и оценивать его качество. Умеет находить ошибки в ПО и исправлять их, применять основные методы борьбы с ошибками. Умеет применять стандарты кодирования для встраиваемых систем (MISRA, Embedded C Coding Standard) Умеет настраивать периферийные устройства МК: UART, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Умеет применять различные способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Умеет объяснять работу периферийных устройств и способы их взаимодействия с центральным процессором	Умеет выполнять тестирование ПО и оценивать его качество. Умеет находить ошибки в ПО и исправлять их, применять основные методы борьбы с ошибками. Умеет применять стандарты кодирования для встраиваемых систем (MISRA, Embedded C Coding Standard...) Умеет настраивать периферийные устройства МК: UART, I2C, SPI, CAN, TIM, ADC, DAC. Умеет применять различные способы обмена информацией в МПС: прерывание, прямой доступ к памяти, программный обмен. Умеет объяснять работу периферийных устройств и способы их взаимодействия с центральным процессором.

## Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
<p>Владение навыками проектирования и разработки встраиваемых систем; навыками разработки и отладки программного обеспечения, используемого во встраиваемых системах; навыками сопровождения встраиваемых систем с использованием программного обеспечения</p>	<p>Не владеет 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. Не владеет понятиями динамического и статического анализа исходного кода Не владеет основными понятиями последовательной передачи данных (синхронный, асинхронный, дуплекс, полудуплекс, симплекс, мастер, подчиненный, адрес), основными понятиями сетевой организации обмена данными, на основе семиуровневой модели OSI Не владеет основными понятиями преобразования аналоговых величин в цифровые и наоборот. Не владеет основными режимами работы таймеров (ШИМ, захват, измерение временных интервалов), модулей последовательной передачи данных, ADC и DAC.</p>	<p>Владеет основными методами отладки ПО: трассировка, контрольные точки, условные контрольные точки, чтение дампа памяти, назначение и значение регистров ЦПУ и периферийных устройств Владеет основными понятиями последовательной передачи данных (синхронный, асинхронный, дуплекс, полудуплекс, симплекс, мастер, подчиненный, адрес), Владеет основными понятиями преобразования аналоговых величин в цифровые и наоборот. Владеет основными режимами работы таймеров (ШИМ, захват, измерение временных интервалов), модулей последовательной передачи данных, ADC и DAC.</p>	<p>Владеет основными методами отладки ПО: трассировка, контрольные точки, условные контрольные точки, чтение дампа памяти, назначение и значение регистров ЦПУ и периферийных устройств. Владеет понятиями динамического и статического анализа исходного кода Владеет основными понятиями последовательной передачи данных (синхронный, асинхронный, дуплекс, полудуплекс, симплекс, мастер, подчиненный, адрес), Владеет основными понятиями сетевой организации обмена данными, Владеет основными понятиями преобразования аналоговых величин в цифровые и наоборот. Владеет основными режимами работы таймеров (ШИМ, захват, измерение временных интервалов), модулей последовательной передачи данных, ADC и DAC.</p>	<p>Владеет 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. Владеет понятиями динамического и статического анализа исходного кода Владеет основными понятиями последовательной передачи данных (синхронный, асинхронный, дуплекс, полудуплекс, симплекс, мастер, подчиненный, адрес), основными понятиями сетевой организации обмена данными, на основе семиуровневой модели OSI Владеет основными понятиями преобразования аналоговых величин в цифровые и наоборот. Владеет основными режимами работы таймеров (ШИМ, захват, измерение временных интервалов), модулей последовательной передачи данных, ADC и DAC.</p>

Качество выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает грубые ошибки	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки с посторонней помощью	Не достаточно качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности, допускает и исправляет ошибки самостоятельно	Качественно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности
Самостоятельность выполнения исследований объектов профессиональной деятельности	Не может самостоятельно выполнять исследования объектов профессиональной деятельности	Выполняет исследования объектов профессиональной деятельности с посторонней помощью	При выполнении исследования объектов профессиональной деятельности иногда требуется посторонняя помощь	Самостоятельно выполняет исследования объектов профессиональной деятельности

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Специализированная мебель. Мультимедийная установка, экран, доска
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий	Специализированная мебель. Компьютеры на базе процессоров Intel или AMD, подключенные к сети Интернет. Лабораторные стенды для изучения архитектуры и основ программирования встраиваемых систем на базе ARM-архитектуры
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель. Компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронно-образовательную среду

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Microsoft Windows 10 Корпоративная	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
2.	Microsoft Office Professional Plus 2016	(Соглашение Microsoft Open Value Subscription V9221014 Соглашение действительно с 01.11.2020 по 31.10.2023). Договор поставки ПО № 128-21 от 30.10.2021.
3.	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4.	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5.	Среды программирования Dev C++ , CodeBlocks, Visual Studio Community Edition	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Введение в разработку приложений для встроенных систем на платформе Intel Atom / О. Н. Граничин, Р. М. Лучин, К. С. Амелин [и др.]. – 2-е изд., испр. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016.



- 165 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429016> (дата обращения: 07.02.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
2. Гриценко, Ю. Б. Системы реального времени : учебное пособие : [16+] / Ю. Б. Гриценко. – Томск : ТУСУР, 2017. – 253 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481015> (дата обращения: 09.02.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
  3. Гончарук, С. В. Администрирование ОС Linux / С. В. Гончарук. – 2-е изд., испр. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 165 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429014> (дата обращения: 07.02.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
  4. Курячий, Г. В. Операционная система Linux : учебник : [16+] / Г. В. Курячий, К. А. Маслинский. – 2-е изд., исправ. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 451 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=578058> (дата обращения: 07.02.2021). – Библиогр.: с. 450. – ISBN 5-9556-0029-9. – Текст : электронный.
  5. Проектирование встраиваемых систем на микроконтроллерах: лабораторный практикум : практикум : [16+] / А. А. Роженцов, А. А. Баев, Д. С. Чернышев, К. А. Лычагин ; под общ. ред. А. А. Роженцова ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. – 120 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437108> (дата обращения: 07.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-1510-0. – Текст : электронный.
  6. Мясников, В. И. Программное обеспечение встраиваемых систем: лабораторный практикум : практикум : [16+] / В. И. Мясников. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2018. – 148 с. : табл., ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483742> (дата обращения: 07.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-1929-0. – Текст : электронный.
  7. Мясников, В. И. Операционные системы реального времени: лабораторный практикум : учебное пособие / В. И. Мясников. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2016. — 140 с. — ISBN 978-5-8158-1773-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/92562> (дата обращения: 09.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех») — Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>

2. Электронно-библиотечная система IPRbooks — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» — Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/>
4. Электронная библиотека «Научная электронная библиотека eLIBRARY» — Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
5. Электронная библиотека «Издательства Лань» — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>
6. Роспатент — Режим доступа: <https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema/>
7. Web of Science — Режим доступа: <http://webofscience.com>
8. Адамов Ю. Ф. Проектирование систем на кристалле [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://bmstu-sm5.narod.ru/puchkov/puchkov\\_lec.pdf](http://bmstu-sm5.narod.ru/puchkov/puchkov_lec.pdf)
9. Ряд FPGA и SoC фирмы Intel (Altera) – <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/details/fpga.html>
10. Ряд FPGA фирмы Xilinx <https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/fpga.html>
11. Ряд SoC фирмы Xilinx <https://www.xilinx.com/products/silicon-devices/soc.html>
12. Он-лайн курс Встраиваемые системы – <https://openedu.ru/course/ITMOUniversity/EMBSYS/#>
13. FreeRTOS: практическое применение, часть 1 (управление задачами) – <http://microsin.net/programming/arm/freertos-part1.html>
14. FreeRTOS: практическое применение, часть 2 (управление очередями) – <http://microsin.net/programming/arm/freertos-part2.html>
15. FreeRTOS: практическое применение, часть 3 (управление прерываниями) – <http://microsin.net/programming/arm/freertos-part3.html>
16. FreeRTOS: практическое применение, часть 4 (управление ресурсами) – <http://microsin.net/programming/arm/freertos-part4.html>
17. FreeRTOS: практическое применение, часть 5 (управление памятью) – <http://microsin.net/programming/arm/freertos-part5.html>
18. FreeRTOS: практическое применение, часть 6 (устранение проблем) – <http://microsin.net/programming/arm/freertos-part6.html>