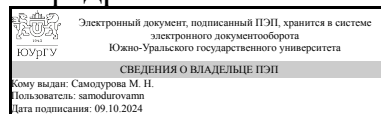


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



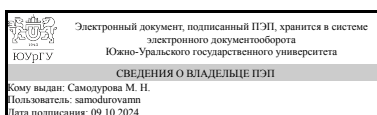
М. Н. Самодурова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П0.06 Программное обеспечение цифровых процессов  
**для направления** 12.03.01 Приборостроение  
**уровень** Бакалавриат  
**профиль подготовки** Информационно-измерительная техника с присвоением второй квалификации "бакалавр 09.03.03 Прикладная информатика"  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Информационно-измерительная техника

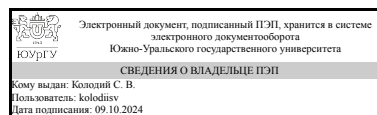
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 945

Зав.кафедрой разработчика,  
Д.техн.н., доц.



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,  
доцент



С. В. Колодий

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины «Программное обеспечение цифровых процессов» является изучение принципов и технологий сбора, обработки и передачи цифровой информации, принципов разработки программного обеспечения для цифровых систем на основе микропроцессоров. К задачам изучения дисциплины относятся: - обзор мирового опыта подходов к разработке встроенного программного обеспечения для цифровых систем - получение знаний в области принципов разработки программного обеспечения - формирование умений разработки встроенного ПО для измерения различных величин, обработки полученных данных и передача на системы отображения

## Краткое содержание дисциплины

Специальность “Информационно-измерительная техника” направлена на создание и применение устройств и систем, составляющих основу информационных технологий в различных отраслях промышленности. Особое внимание должно уделяться компьютерной или микропроцессорной техники как со стороны аппаратного, так и программного обеспечения. В современном мире неотъемлемой частью практически любого измерительного устройства является микроконтроллер. Важной особенностью применения микроконтроллеров в измерительных устройствах является тот факт, что для надежной работы такого устройства необходимо не только надежная аппаратура, но и качественное и надежное программное обеспечение управляющее микроконтроллером. В настоящее время существует очень много методических пособий и книг по разработке устройств с использованием микроконтроллеров, однако вопросы разработки программного обеспечения сводятся к простым примерам на языке ассемблера и Си. Кроме того, существующие пособия значительно отстают от быстроменяющихся изменений в микропроцессорной технике и тем более языках программирования. Если еще недавно прорывом в программирование был выход стандарта C11, то уже сегодня существует стандарт C23. Дисциплина направлена на более узкоспециализированное и детальное рассмотрение принципов разработки программного обеспечения цифровых измерительных устройств на базе современных микроконтроллеров. Современные быстроизменяющиеся и эволюционирующие условия диктуют и новый подход к образованию, а именно все больший упор делается на самообразование, самоусовершенствование и самостоятельный поиск нужной информации с технической документации, системах поиска, книгах. Поэтому довольно большая часть разделов предлагается студентам для самостоятельного

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|---|--|
| ПК-2 Способность подготавливать элементы документации, программ проведения отдельных этапов работ и другие документы в соответствии с нормативными требованиями | Знает: Правила подготовки элементов программной документации, программ проведения отдельных этапов работ и других документов в соответствии с нормативными требованиями<br>Умеет: Применять программные средства |

|   |  |
|---|--|
|   | подготовки документации, программ проведения отдельных этапов работ и других документов<br>Имеет практический опыт: Работы со специализированным программным обеспечением при реализации измерительных процессов   |
| ПК-6 Способность применять существующие типовые решения и шаблоны проектирования компьютерного программного обеспечения, методы и средства проектирования компьютерного программного обеспечения, структур данных, баз данных, программных интерфейсов с учетом требований информационной безопасности. | Знает: Способы проведения наладки и программные средства, используемые для разработки, производства и настройки приборной техники регулировки оборудования, настройки программных средств, используемых для разработки, производства и настройки приборной техники<br>Умеет: Проводить наладку и регулировку оборудования, настройку программных средств, используемых для разработки, производства и настройки приборной техники<br>Имеет практический опыт: Работы с программными средствами, используемыми для разработки, производства и настройки приборной техники |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана   | Перечень последующих дисциплин, видов работ |
|---|---|
| Компьютеры и микропроцессорная техника,<br>Научно-исследовательская работа,<br>Экономика,<br>Численные методы в инженерных расчетах,<br>Программирование на языке высокого уровня,<br>Основы построения баз данных,<br>Компьютерные технологии,<br>Программирование микроконтроллеров,<br>Начертательная геометрия и инженерная графика,<br>Операционные системы,<br>Управление проектами по разработке программного обеспечения,<br>Производственная практика (эксплуатационная) (4 семестр),<br>Производственная практика (производственно-технологическая) (6 семестр) | Не предусмотрены                            |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина | Требования  |
|------------|---|
| Экономика  | Знает: методы построения эконометрических моделей объектов, явлений и процессов государственного регулирования рыночных структур и стабилизационной макроэкономики; основы построения, расчета и анализа современной системы показателей, характеризующих хозяйствующих субъектов на микроуровне; основы планирования, исходя из имеющихся ограничений. Умеет: выявлять проблемы экономического характера при анализе конъюнктуры |

|   |  |
|---|--|
|   | предлагать способы их решения с учетом критериев социально-экономической эффективности, оценивать риски и возможных социально-экономических последствий, объяснять характер влияния различных факторов на состояние и тенденции экономической конъюнктуры на микро- и макроуровне, выявлять в механизмах влияния различных инструментов экономической политики государства рычаги воздействия на экономику., Осуществлять сбор информации для принятия решений; формулировать рекомендации по результатам анализа информации. Имеет практический опыт: применения методов экономического исследования, использования экономической документации для принятия решений, профессиональной деятельности., оценки экономической эффективности результатов деятельности различных субъектов экономической системы.   |
| Программирование на языке высокого уровня | Знает: язык программирования СИ; основы языка программирования C++; технологии программирования. Умеет: использовать современные информационные технологии и программное обеспечение для решения задач приборостроения; разрабатывать программное обеспечение несложных задач приборостроения. Имеет опыт: разработки текстовой, программной документации в соответствии с нормативными требованиями ЕСПД., работы на компьютере с прикладными программными средствами, системами автоматизации проектирования и математического моделирования.  |
| Компьютерные технологии                   | Знает: Современные информационные технологии и программные средства, Современные информационные технологии и программные средства: блокчейн, искусственный интеллект и машинное обучение, криптография; системы аналитики поведения; блокчейн в кибербезопасности; автоматизация процессов; биометрические технологии; секретное хранение данных; киберфизическая безопасность. Умеет: устанавливать и настраивать программное обеспечение: работа с файлами в среде Simulink., устанавливать и настраивать программное обеспечение: работа с файлами в среде Simulink. Имеет практический опыт: решения стандартных задач профессиональной деятельности: моделирование измерительных систем, моделирование стандартных динамических звеньев в среде Simulink., решения стандартных задач профессиональной деятельности: моделирование измерительных приборов на основе стандартных динамических звеньев в среде Simulink.   |
| Численные методы в инженерных расчетах    | Знает: методы вычислительной математики, основные понятия теории приближенных методов, методы решения систем линейных алгебраических уравнений, приближенного решения систем нелинейных уравнений, трансцендентных уравнений, интерполирования функций. Приближенное интегрирование, методы численного решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Методы численного решения задачи оптимизации целевой функции. Умеет: применять общеинженерные знания, методы математического моделирования в инженерной деятельности, обрабатывать и представлять данные экспериментов и исследований с использованием методов вычислительной математики. Имеет практический опыт: применения современных технологий программирования при решении математических задач, разработки программного обеспечения методов вычислительной математики для решения профессиональных задач.  |
| Основы построения баз данных              | Знает: современные тенденции развития технологий в области построения баз данных, основы проектирования и создания баз данных, включая реляционные базы данных, объектно-ориентированные базы данных, NoSQL-моделирование. Язык запросов SQL: операторы SELECT, INSERT, UPDATE и DELETE. Умеет: проектировать и создавать базы данных, моделирование: основные элементы и этапы проектирования. Изобразительные средства проектирования: диаграммы сущность-связь и атрибуты. Умеет: использовать существующие базы данных, разрабатывать новые базы; проектировать и создавать простейшие базы данных; проводить обновление, добавление и удаление данных из базы при помощи языка программирования. Имеет практический опыт: администрирования и обслуживания баз данных. Имеет практический опыт: поиска актуальной научной литературы в области построения баз данных; проектирования баз данных; нормализации и оптимизации баз данных; получения, обновления, добавления и удаления данных из баз данных при помощи языка программирования баз данных. |
| Научно-исследовательская работа           | Знает: методы поиска научно-технической информации; источники релевантной научной информации; этапы выполнения научно-исследовательской работы. Умеет: определять круг задач и проблем научно-технической проблемы и выбирать оптимальные способы её решения. Имеет практический опыт: составления научно-технических заданий и отчетов по разным этапам научно-исследовательской работы в соответствии с нормативными требованиями., составления аналитических обзоров в области научно-технической проблеме.   |
| Операционные системы                      | Знает: понятие операционной системы; классификацию операционных систем; структуру операционной системы, установки прав доступа к ресурсам, логики управления, взаимодействия в программах, процессах, памяти и аппаратном обеспечении. Умеет: применять методы проектирования по использованию механизмов управления многозадачностью; управлять функциями операционной системы.   |

|   |   |
|---|---|
|   | выбирать принципы межпроцессного взаимодействия; управлять методами виртуализации использования ресурсов Имеет практический опыт: настройки и работы с ключевыми параметрами и процессами, особенностями операционных систем.   |
| Начертательная геометрия и инженерная графика               | Знает: основные этапы разработки конструкторской документации; состав и требования конструкторской документации., основные законы геометрического формирования, построения пересечения моделей плоскости и пространства; основные понятия и методы построения плоскости; проекции с числовыми отметками (точка, линия (прямая и кривая), плоскость); позиционные и метрические задачи, кривые поверхности, поверхности вращения, построения поверхностей, пересечение поверхностей, аксонометрические проекции); основные требования оформления и выполнения рабочих чертежей и эскизов деталей, условности при выполнении методов разработки эскизов, чертежей деталей и сборочных единиц; основы инженерных средства компьютерной графики; форматы хранения графической информации., компьютерного выполнения конструкторской документации. Умеет: читать чертежи и выполнять графические элементы и узлов технических изделий в соответствии с требованиями ЕСКД; воспринимать соотношение частей и целого на основе графических моделей, практически реализовать конкретные пространственных объектов., использовать современные методы и средства черчения. Имеет практический опыт: разработки отдельных элементов ЕСКД, изображений пространственных объектов на плоских чертежах; навыками разработки и оформления изображений сборочных единиц, сборочного чертежа изделия; техникой инженерной графики (ввод, вывод, отображение, преобразование и редактирование графических объектов на компьютере)., применения и разработки элементов технической документации в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации. |
| Программирование микроконтроллеров                          | Знает: Архитектура микроконтроллеров STM32. Ядро ARM Cortex. Таймеры. Системы приоритетов. Приоритеты задач. ШИМ и ЧИМ сигналы. Индикацию. 7-сегментные индикаторы. Чтение информации. Аналого-цифровой преобразователь. Интерфейсы связи в цифровых устройствах SPI, I2C, USART., Принципы анализа, расчета, проектирования и конструирования в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на элементарном уровнях, Принципы и схемы построения цифровых измерительных устройств с портами ввода-вывода микроконтроллера. Измерять временные интервалы. Работать с данными. Проектировать и моделировать отдельные узлы и весь сложнофункциональный блок измерительные эксперименты по заданной методике с выбором средств измерений и обработки результатов исследований и разработок Имеет практический опыт: Разработки устройств микроконтроллера, осуществляющего измерение (АЦП, таймер, счет) и индикацию (индикатор, ШИМ, светодиоды), Разработки и моделирования отдельных блоков цифрового устройства, Оформления результатов исследований и разработок   |
| Управление проектами по разработке программного обеспечения | Знает: классические и гибкие (agile) подходы в управлении проектами; ведущие подходы и решения для контроля agile-процессов в разработке программного обеспечения; , способы профессионального взаимодействия, принципы формирования проектных команд, роли в команде, методические основы, стандарты и технологии разработки и управления особенностями IT проектов, гибкие методологии управления IT проектами. Умеет: руководство разработкой программного кода, проверкой работоспособности программного обеспечения (ПО), разработкой программных модулей и компонентов ПО, разработкой проектной и технической документации, запросами на изменения, дефектами и проблемами в ПО, конфигурациями и выпуском продукта; руководить проектированием ПО; управлять процессом разработки ПО, инженерной разработки ПО, управлять рисками разработки ПО, процессами оценки сложности, времени выполнения работ. , осуществлять социальное и профессиональное взаимодействие; определять роль в команде., разрабатывать иерархическую структуру работ (ИСР), расписание, смету, финансирования проекта в соответствии с полученным заданием Имеет практический опыт: применения методик разработки IT проектов; современных методов управления ресурсами, сроками, эффективностью и рисков проектов; терминологическим аппаратом в области проектирования информационных систем.   |
| Компьютеры и микропроцессорная техника                      | Знает: Способы разработки и моделирования схемы отдельных цифровых блоков и всего сложнофункционального блока, Нормативную базу подготовки отдельных видов технической документации Умеет: Применять микропроцессорную технику и компьютеры в моделировании схем отдельных блоков и всего сложнофункционального блока, Подготавливать элементы документации, проведения отдельных этапов работ и другие документы в соответствии с нормативными требованиями  |

|   |   |
|---|---|
|   | Имеет практический опыт: Моделирования отдельных цифровых блоков, Применения техники в подготовке элементов технической документации  |
| Производственная практика (производственно-технологическая) (6 семестр) | Знает: Способы сбора, обработки, анализа и систематизации научно-технической информации, Способы опытной проверки приборов и систем, Методы монтажа, наладки опытных образцов техники Умеет: Представлять информацию в требуемом формате информационных, компьютерных и сетевых технологий, Проводить опытную проверку опытных образцов техники Выполнять монтаж, наладку и испытания опытных образцов техники Имеет практический опыт: Сборки и анализа информации из различных источников, Опытной проверки приборов и систем, Испытаний опытных образцов техники |
| Производственная практика (эксплуатационная) (4 семестр)                | Знает: Методику сбора и анализа научно-технической информации, Методы проведения исследований различных объектов, Методики юстировки элементов измерительных приборов Обрабатывать научно-техническую информацию с применением информационных технологий Использовать различные средства для проведения измерений, Осуществлять техническое обслуживание или контроль технологической оснастки Имеет практический опыт: Проверки результатов исследований, Проведения измерений физических величин по заданной методике, Настройки измерительных приборов           |

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 107,75 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |             |
|--|-------------|------------------------------------|-------------|
|  |             | Номер семестра                     |             |
|  |             | 7                                  | 8           |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 216         | 72                                 | 144         |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 92          | 32                                 | 60          |
| Лекции (Л)   | 28          | 16                                 | 12          |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 28          | 16                                 | 12          |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 36          | 0                                  | 36          |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 108,25      | 35,75                              | 72,5        |
| Подготовка к дифференцированному зачету                                    | 5,25        | 5,25                               | 0           |
| Курсовой   | 64,5        | 0                                  | 64,5        |
| Подготовка презентаций   | 6           | 6                                  | 0           |
| Выполнение индивидуальных практических заданий                             | 24,5        | 24,5                               | 0           |
| Подготовка к экзамену  | 8           | 0                                  | 8           |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 15,75       | 4,25                               | 11,5        |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | зачет                              | экзамен, КП |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                             | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--|---|---|----|----|
|           |  | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Создание и запуск первой программы для микроконтроллера      | 12  | 4 | 2  | 6  |
| 2         | Особенности языка C++ при разработке ПО для микроконтроллера | 18  | 8 | 4  | 6  |

|   |   |    |   |    |    |
|---|---|----|---|----|----|
| 3 | Микроконтроллер STM32F411, основные характеристики и модули | 18 | 8 | 4  | 6  |
| 4 | Операционные системы реального времени                      | 18 | 6 | 6  | 6  |
| 5 | Принципы построения архитектуры                             | 26 | 2 | 12 | 12 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия  | Кол-во часов |
|----------|-----------|--|--------------|
| 1        | 1         | Обзор мирового опыта разработки ПО для измерительных устройств на примере компании Метран  | 1            |
| 2        | 1         | Среда разработки программ для микроконтроллера Состав интеграционной среды разработки IAR Workbench Процесс создания исполняемого образа Трансляция кода Компоновка кода Запуск и отладка Запуск программного обеспечения Инициализация стека Инициализация переменных в нулевые значения Инициализация переменных Запуск функции main() Преимущества IAR Embedded Workbench   | 1            |
| 3        | 1         | Запуск программного обеспечения Файл cstartup.cpp Программа на C++ Создание C++ проекта и работа в IAR Workbench Выбор микроконтроллера Запуск в режиме отладки Запуск проекта в режим симуляции Выбор внутрисхемного отладчика Структура проекта Добавление файла (cstartup.cpp) в проект Начальная структура проекта Доступ к папке проекта Структура папки проекта Изменение структуры проекта Финальная структура проекта Окончательная настройка проекта  | 2            |
| 4        | 2         | Организация памяти архитектур микропроцессоров Архитектура ФонНеймана Гарвардская архитектура Настройка области памяти в компоновщике Объектный файл и сегменты Атрибуты сегментов Предопределенные имена сегментов в IAR Workbench Файл настройки компоновщика Настройка стека Стек Правила задания размера стека Установка размера стека Контроль за размером стеком Доступ к данным по анализу размеру стека Куча Определение размера кучи  | 2            |
| 5        | 2         | Типы данных Встроенные типы Модификаторы типов данных Размеры типов данных Пользовательские типы Псевдонимы типов Неявное преобразование типов Явное преобразование типов static_cast reinterpret_cast   | 2            |
| 6        | 2         | Организация Памяти микроконтроллера CortexM4 Память для расположения данных Память под функции(команды) Указатели Взятие адреса и разыменование указателя. Операции над указателями Сложение указателей Константный указатель и указатель на константу Ссылка Регистр Регистры общего назначения Оперативные регистры Вспомогательные регистры Специальные регистры Регистр специального назначения Пример регистра специального назначения Доступ к регистру специального назначения Работа с регистрами периферии через обертку на C++ Некоторые моменты при работе с оберткой C++ для регистров | 2            |
| 7        | 2         | Соглашение об вызовах Объявление функции Компоновка C и C++ кода Вход в функцию Выход из функции Операторы Арифметические операторы Логические операторы Побитовые операторы   | 2            |
| 8        | 3         | Характеристики микроконтроллера, Блок диаграмма микроконтроллера, Дополнительные особенности микроконтроллера, Система тактирования Модуль тактирования. Фазовая подстройка частоты PLL Дополнительные генераторы тактовой частоты Регистр управления частотой. Регистр управления частотой. Регистр конфигурации частоты. Выбор источника Регистр конфигурации частоты. Делители Алгоритм настройки частоты   | 2            |
| 9        | 3         | Основные характеристики, Различные режимы работы портов, Цифровой  | 2            |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
|    |   | режим, Цифровой выход, Цифровой вход, Регистры портов общего назначения Работа с портами в режиме общего назначения   |   |
| 10 | 3 | Асинхронный способ передачи данных Синхронный способ передачи данных и приемник работают синхронно, в такт. Асинхронный интерфейс UART Модуль UART в микроконтроллера STM32F411   | 2 |
| 11 | 3 | Одна из основных задач таймеров в микроконтроллерах это отсчитывать точные интервалы времени. Но, помимо этого таймеры могут использоваться для измерения частоты, периодов, генерации ШИМа и переменных сигналов различной формы. Системный таймер Регистры системного таймера Алгоритм работы с системным таймером Таймеры TIM2 и TIM5, основные особенности Регистры таймеров TIM2 и TIM5 Таймеры TIM2 и TIM5 начальная запуск Таймеры TIM2 и TIM5 режим счета до значения | 1 |
| 12 | 3 | Основные характеристика АЦП, Точность, нелинейность, разрешение, ошибка квантования, частота дискретизации. Типы АЦП АПП микроконтроллера STM32F411 Особенности АЦП микроконтроллера STM32F411 Режим одиночного преобразования Режим сканирования Регистры  | 1 |
| 13 | 4 | Прерывание, виды прерываний, таблица векторов прерываний  | 2 |
| 14 | 4 | Описание OCPB FreeRtos Обертка над FreeRtos   | 2 |
| 15 | 4 | Примитивы синхронизации потоков. Очереди, События, MailBox, Мьютексы  | 2 |
| 16 | 5 | Объектно -Ориентированное программирование Полиморфизм, Инкапсуляция, Наследование UML Нотация  | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--|--------------|
| 1         | 1         | ЗНАКОМСТВО С ЛАБОРАТОРНЫМ ИНСТРУМЕНТАРИЕМ. Цель работы: ознакомиться с отладочными платами и инструментами разработки для микроконтроллера STM32F411RE. Создать простейшую программу.  | 2            |
| 2         | 2         | Создание простейшей программы для измерения напряжения. Цель работы: ознакомиться с подходом к разработке ПО для измерительного устройства и особенностями C++, опциями компилятора, настройкой кучи, стека.   | 4            |
| 5         | 3         | Создание архитектуры ПО измерительного устройства с использованием RTOS, ООП, UML Цель работы: ознакомиться с подходом к разработке архитектуры ПО для измерительного устройства с использованием нотации UML, SOLID подхода к разработке архитектуры. | 4            |
| 4         | 4         | Разработка многопоточного приложения для микроконтроллера Цель работы: ознакомиться с подходом разработки ПО для измерительного устройства с использованием RTOS.  | 6            |
| 6         | 5         | Разработка детальной архитектуры для измерительного устройства Цель работы: ознакомиться с подходом к разработке ПО измерительного устройства и переходом от общего дизайна к детальному дизайну ПО.   | 6            |
| 7         | 5         | Разработка кода по детальной архитектуре для измерительного устройства. Цель работы: ознакомиться с принципом перевода детальной архитектуры в код.  | 6            |

## 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
|-----------|-----------|---|--------------|



|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| Измерение напряжения   | 1 | Цель работы: ознакомиться принципом измерения аналоговых сигналов и преобразования их в цифровой вид, и вывод через асинхронный интерфейс.   | 6 |
| Особенности языка C++ при разработке ПО для микроконтроллера     | 2 | Цель: принципы портируемости кода на C++, явное, неявное преобразование типов, компиляция, компоновка кода, старт микроконтроллера, таблица векторов. Стек, куча, статические переменные. Статический полиморфизм. | 6 |
| Принципы создания многопоточных приложений с использованием RTOS | 3 | Цель: Ознакомиться с особенностями разработки многопоточных приложений с использованием RTOS (приоритеты задач, примитивы синхронизации)   | 6 |
| Инструментарий для создания архитектуры                          | 4 | Ознакомиться с пакетом StarUML   | 6 |
| Принципы построения архитектуры с использованием RTOS            | 5 | Шаблоны проектирования, разделение ПО на активные задачи, принципы выбора приоритетов задач. Переход от требований к архитектуре.  | 6 |
| Работа с модулями микроконтроллера (АЦП, UART, DMA,)             | 5 | Цель: ознакомиться с модулями микроконтроллера, научиться их настраивать.  | 6 |

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС                                 |  |         |              |
|--|--|---------|--------------|
| Подвид СРС                                     | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс   | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к дифференцированному зачету        | [Осн. лит., 1], с.17-120 [Осн. лит., 2], с. 59–67, с. 5-25, стр. 79-92 [Осн. лит., 3], с. 10-86 [Доп.литю, 4], с. 10-60  | 7       | 5,25         |
| Курсовой                                       | [Осн. лит., 1], с.17-120 [Осн. лит., 2], с. 59–67, с. 5-25, стр. 79-92 [Осн. лит., 3], с. 10-86 [Доп.литю, 4], с. 10-60  | 8       | 64,5         |
| Подготовка презентаций                         | Лекции, спецификации микроконтроллера: <a href="https://www.st.com/resource/en/reference_manual/rm0394-stm32l41xxx42xxx43xxx44xxx45xxx46xxx-advanced-armbased-32bit-mcus-stmicroelectronics.pdf">https://www.st.com/resource/en/reference_manual/rm0394-stm32l41xxx42xxx43xxx44xxx45xxx46xxx-advanced-armbased-32bit-mcus-stmicroelectronics.pdf</a> | 7       | 6            |
| Выполнение индивидуальных практических заданий | [Осн. лит., 2], с. 59–67, с. 5-25, стр. 79-92 [Осн. лит., 3], с. 10-86 [Доп.литю, 4], с. 10-60   | 7       | 24,5         |
| Подготовка к экзамену                          | [Осн. лит., 1], с.17-120 [Осн. лит., 2], с. 59–67, с. 5-25, стр. 79-92 [Осн. лит., 3], с. 10-86 [Доп.литю, 4], с. 10-60 Лекции   | 8       | 8            |

### 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

#### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № | Се- | Вид | Название | Вес | Макс. | Порядок начисления баллов | Учи- |
|---|-----|-----|----------|-----|-------|---------------------------|------|
|---|-----|-----|----------|-----|-------|---------------------------|------|

| КМ | местр | контроля         | контрольного мероприятия |   | балл |   | тыва-<br>ется в<br>ПА |
|----|-------|------------------|--------------------------|---|------|---|-----------------------|
| 1  | 7     | Текущий контроль | Минитест                 | 2 | 5    | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут. | зачет                 |
| 2  | 7     | Текущий контроль | Минитест 2               | 2 | 5    | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут. | зачет                 |
| 3  | 7     | Текущий контроль | Минитест 3               | 2 | 5    | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут. | зачет                 |
| 4  | 7     | Текущий контроль | Минитест 4               | 2 | 5    | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут. | зачет                 |
| 5  | 7     | Текущий контроль | Минитест 5               | 2 | 5    | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут. | зачет                 |
| 6  | 7     | Текущий контроль | Минитест 6               | 2 | 5    | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия.  | зачет                 |

|    |   |                  |             |   |   |   |       |
|----|---|------------------|-------------|---|---|---|-------|
|    |   |                  |             |   |   | Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить 5 максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут.  |       |
| 7  | 7 | Текущий контроль | Минитест 7  | 2 | 5 | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут.   | зачет |
| 8  | 7 | Текущий контроль | Минитест 8  | 2 | 5 | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут.   | зачет |
| 9  | 7 | Текущий контроль | Минитест 9  | 2 | 5 | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут.   | зачет |
| 10 | 7 | Текущий контроль | Минитест 10 | 2 | 5 | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить 5 максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут. | зачет |
| 11 | 7 | Текущий контроль | Минитест 11 | 2 | 5 | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка  | зачет |

|    |   |                          |                        |    |   |   |       |
|----|---|--------------------------|------------------------|----|---|---|-------|
|    |   |                          |                        |    |   | студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут.  |       |
| 12 | 7 | Текущий контроль         | Минитест 12            | 2  | 5 | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут. | зачет |
| 13 | 7 | Текущий контроль         | Минитест 13            | 2  | 5 | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут. | зачет |
| 14 | 7 | Текущий контроль         | Минитест 14            | 2  | 5 | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут. | зачет |
| 15 | 7 | Текущий контроль         | Минитест 15            | 2  | 5 | Минитест проводится в начале следующего лекционного занятия. Тест содержит 5 вопросов, за каждый из которых можно получить максимум 1 балл. Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе. Оценка студента за тест -это сумма баллов за каждый вопрос. Время, отведенное на опрос, 10 минут. | зачет |
| 16 | 7 | Текущий контроль         | Практическое задание 1 | 10 | 5 | 5 баллов: задание полностью и вовремя выполнено. Отчет сдан.<br>3 балла: задание выполнено частично, либо сдано не вовремя.<br>0 баллов: задание не выполнено.  | зачет |
| 17 | 7 | Промежуточная аттестация | Практическое задание 2 | -  | 5 | 5 баллов: задание полностью и вовремя выполнено. Отчет сдан.<br>3 балла: задание выполнено частично, либо сдано не вовремя.<br>0 баллов: задание не выполнено.  | зачет |
| 18 | 7 | Текущий контроль         | Практическое задание 3 | 10 | 5 | 5 баллов: задание полностью и вовремя выполнено. Отчет сдан.  | зачет |

|    |   |                          |  |    |   |  |       |
|----|---|--------------------------|--|----|---|--|-------|
|    |   |                          |  |    |   | 3 балла: задание выполнено частично, либо сдано не вовремя.<br>0 баллов: задание не выполнено.   |       |
| 19 | 7 | Текущий контроль         | Практическое задание 4   | 10 | 5 | 5 баллов: задание полностью и вовремя выполнено. Отчет сдан.<br>3 балла: задание выполнено частично, либо сдано не вовремя.<br>0 баллов: задание не выполнено.   | зачет |
| 20 | 7 | Текущий контроль         | Практическое задание 5   | 10 | 5 | 5 баллов: задание полностью и вовремя выполнено. Отчет сдан.<br>3 балла: задание выполнено частично, либо сдано не вовремя.<br>0 баллов: задание не выполнено.   | зачет |
| 21 | 7 | Текущий контроль         | Практическое задание 6   | 10 | 5 | 5 баллов: задание полностью и вовремя выполнено. Отчет сдан.<br>3 балла: задание выполнено частично, либо сдано не вовремя.<br>0 баллов: задание не выполнено.   | зачет |
| 22 | 7 | Текущий контроль         | Практическое задание 7   | 10 | 5 | 5 баллов: задание полностью и вовремя выполнено. Отчет сдан.<br>3 балла: задание выполнено частично, либо сдано не вовремя.<br>0 баллов: задание не выполнено.   | зачет |
| 23 | 7 | Промежуточная аттестация | Мероприятие промежуточной аттестации (компьютерное тестирование) | -  | 5 | Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля.<br>Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %.<br>Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %.<br>Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде тестирования.<br>Тестирование проводится в системе edu.susu.ru.<br>В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации.<br>Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента или удаленно.<br>Тест состоит из 20 случайных равноценных вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 1 час. | зачет |

|    |   |                          |                 |   |   |   |          |
|----|---|--------------------------|-----------------|---|---|---|----------|
|    |   |                          |                 |   |   | Студент получает 1 балл за вопрос, если ответ полностью верный, 0 баллов - иначе.<br>Максимальный балл равен 20 (20 вопросов по 1 баллу). Зачет: если набрано более 12 и более баллов. Незачет: 0-11 баллов   |          |
| 24 | 7 | Бонус                    | Посещаемость    | - | 5 | Баллы начисляются на последнем за занятии по дисциплине как процент лекционных и практических занятий, которые посетил студент. Максимально возможная величина 100%.  | зачет    |
| 25 | 8 | Промежуточная аттестация | Экзамен         | - | 5 | <p>Студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде тестирования. Тестирование проводится в системе edu.susu.ru. Тест содержит 30 вопросов. На выполнение теста дается 40 минут. Оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента или удаленно.</p> <p>Тест состоит из 30 случайных равноценных вопросов, позволяющих оценить сформированность компетенций. На ответы отводится 40 минут</p> <p>Баллы начисляются в соответствии с количеством верным ответов на вопросы. Вопросы могут содержать несколько вариантов ответом. Максимально, можно получить 100 баллов.</p> <p>Оценка 1 ставится если количество баллов менее или равно 20:<br/>Оценка 2 ставится если количество баллов менее или равно 40, но больше 20:<br/>Оценка 3 ставится если количество баллов менее или равно 60, но больше 40:<br/>Оценка 4 ставится если количество баллов менее или равно 80, но больше 60:<br/>Оценка 5 ставится если количество баллов более 80</p> <p>: если набрано более 12 и более баллов. Незачет: 0-11 баллов</p> | экзамен  |
| 26 | 8 | Курсовая работа/проект   | Курсовой проект | - | 5 | Оценка 1 - ставится, если студент не  | курсовые |

|  |  |  |  |  |   |         |
|--|--|--|--|--|---|---------|
|  |  |  |  |  | выполнил работу<br>2 - ставится, если студент не выполнил практическую часть проекта<br>3 - ставится, если студент выполнил все части проекта, но с задержкой по времени более 10 дней, есть вопросы к оформлению<br>4 - ставится, если студент выполнил все части проекта, без задержек по времени, есть небольшие вопросы к оформлению<br>4 - ставится, если студент выполнил все части проекта, без задержек по времени, и без существенных замечаний к оформлению | проекты |
|--|--|--|--|--|---|---------|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения   | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|--|---|
| дифференцированный зачет     | <p>Оценка за дисциплину формируется на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Зачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...100 %.</p> <p>Незачтено: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %. Если студент не согласен с оценкой, полученной по результатам текущего контроля, студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде тестирования. Тестирование проводится в системе edu.susu.ru. Тест содержит 30 вопросов. На выполнение теста дается 40 минут. В этом случае оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента.</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |
| курсовые проекты             | Живая презентация работы устройства, с объяснением принципов работы, архитектуры ПО и деталей реализации. Сдача отчета через электронные системы.  | В соответствии с п. 2.7 Положения       |
| экзамен                      | Студент проходит мероприятие промежуточной аттестации в виде тестирования. Тестирование проводится в системе edu.susu.ru. Тест содержит 30 вопросов. На выполнение теста дается 40 минут. Оценка за дисциплину рассчитывается на основе полученных оценок промежуточной аттестации. Фиксация результатов учебной деятельности по дисциплине проводится в день зачета при личном присутствии студента или удаленно.   | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения       | № KM |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------|---------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|             |                           | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| ПК-2        | Знает: Правила подготовки |      |   |   |   |   |   |   |   |   | +  |    |    |    |    |    |    | +  |    |    |    |    | +  | +  |    | +  | +  |





1. Иванова, Г. С. Объектно-ориентированное программирование Учеб. для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычисл. техника" Г. С. Иванова, Т. Н. Ничушкина, Е. К. Пугачев; Под ред. Г. С. Ивановой. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. - 367 с. ил.

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Колодий С.В Среда разработки программ для микроконтроллера, запуск программного обеспечения и среда разработки IAR: лекция / С.В. Колодий
2. Колодий С.В Портируемость проекта: лекция / С.В. Колодий
3. Колодий С.В Синхронный и асинхронный интерфейсы: лекция / С.В. Колодий
4. Колодий С.В Таймеры: лекция / С.В. Колодий
5. 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: 25.02.2022).
6. Колодий С.В Разработка архитектуры ПО, SOLID: лекция / С.В. Колодий
7. Колодий С.В Аналогово-Цифровой преобразователь: лекция / С.В. Колодий
8. Колодий С.В РТОС: лекция / С.В. Колодий

из них: *учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. 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: 25.02.2022).

## Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы      | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание   |
|---|---------------------|---|--|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Сильвашко, С. А. Основы программирования микроконтроллеров на C++ : учебное пособие / С. А. Сильвашко. — Оренбург : ОГУ, 2019. — 126 с. — ISBN 978-5-7410-2398-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160013">https://e.lanbook.com/book/160013</a> (дата обращения: |

|   |                           |   |  |
|---|---------------------------|---|--|
|   |                           |   | 24.02.2022).   |
| 2 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Ноткин, А. М. Объектно-ориентированное программирование: ООП на языке С++ : учебное пособие / А. М. Ноткин. — Пермь : ПНИПУ, 2013. — 230 с. — ISBN 978-5-398-00966-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160806">https://e.lanbook.com/book/160806</a> (дата обращения: 24.02.2022).          |
| 3 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | 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: <a href="https://e.lanbook.com/book/92562">https://e.lanbook.com/book/92562</a> (дата обращения: 24.02.2022). |
| 4 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Скворцова, Л. А. Объектно-ориентированное программирование на языке С++ : учебное пособие / Л. А. Скворцова. — Москва : РТУ МИРЭА, 2020. — 246 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/163862">https://e.lanbook.com/book/163862</a> (дата обращения: 24.02.2022).                              |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. IAR Systems-IAR Embedded Workbench for ARM Kickstart 8.22(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.    | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|-----------|--|
| Лекции                          | ДОТ (ДОТ) | компьютер, интернет  |
| Лабораторные занятия            | ДОТ (ДОТ) | компьютер, отладочные платы  |
| Лабораторные занятия            | 537 (36)  | Компьютеры   |
| Самостоятельная работа студента | 537 (36)  | Компьютеры   |