

МИНОБРНАУКИ РОССИИ


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Утверждено:  
на заседании кафедры  
протокол №3от «12» января 2022 г.

Согласовано:  
Председатель УМК физико-технического  
института

Зав. кафедрой  / Т.И. Шарипов

 / М.Х. Балапанов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина Основы объектно-ориентированного программирования

(наименование дисциплины)

вариативная

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

**программа бакалавриата**

Направление подготовки

03.03.03 Радиофизика

(наименование ООП ВПО направления подготовки или специальности с указанием кода)

Профиль(и) подготовки

Цифровые технологии обработки информации

Квалификация

бакалавр

(указывается квалификация)

Разработчик (составитель)

К.Т.Н., доц.

(должность, ученая степень, ученое звание)



\_\_\_\_\_ / Абдрахманов В.Х.

(подпись/ Ф.И.О.)

Для приема: 2022г.

Уфа 2022г.

Составитель: Абдрахманов В.Х., к.т.н., доцент кафедры инфокоммуникационных технологий и наноэлектроники

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры протокол от «12» января 2022 г. № 3

Заведующий кафедрой



/ Т.И. Шарипов

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
  - 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)**

При изучении дисциплины у обучающегося должны формироваться следующие компетенции:

**ПК-2** способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиопизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта

**ПК-4** способностью внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Системное и критическое мышление	ПК-2. способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиопизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта	<p>ПК-2.1. Знать: современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, особенности вычислительных ядре семейства Cortex - A, R и M, ядра Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4, структура программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32, заголовочный файл, типы данных, переменные и массивы, структуры, функции, основные характеристики микроконтроллера STM32F051R8T6, регистры портов GPIO STM32 и их инициализация, стандартная библиотека CMSIS, среды разработки STM32, CubeMX и Coocox IDE, библиотеки HAL, отладочные платы STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY, Прерывания в STM32, таймеры в STM32: базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), продвинутые (advanced-control timers), реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32. Модуль захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx), работа с модулями ADC, USART, SPI, DAC, DMA</p> <p>ПК-2.2. Уметь: использовать современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, программировать на языке СИ для микроконтроллеров STM32, отлаживать программы для STM32 на отладочных платах STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY.</p> <p>ПК-2.3. Владеть: навыками современными компьютерными технологиями для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, навыками программирования и отладки программ на микроконтроллерах STM32.</p>

Категория (группа) компетенций	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--	--

Системное и критическое мышление	ПК-4. способностью внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования	<p>ПК-4.1. Знать: типы данных, переменные и массивы, структуры, функции, основные характеристики микроконтроллера STM32F051R8T6, регистры портов GPIO STM32 и их инициализация, стандартная библиотека CMSIS, среды разработки STM32, CubeMX и Coocox IDE, библиотеки HAL, отладочные платы STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY, Прерывания в STM32, таймеры в STM32: базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), продвинутые (advanced-control timers), реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32. Модуль захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx)</p> <p>ПК-4.2. Уметь: программировать на языке СИ для микроконтроллеров STM32, отлаживать программы для STM32 на отладочных платах.</p> <p>ПК-4.3. Владеть: современными компьютерными технологиями для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, навыками программирования и отладки программ на микроконтроллерах.</p>
----------------------------------	--	--

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Объектно-ориентированное программирование» относится к базовой части.

Дисциплина изучается на 1 курсе(ах) в 1 семестре(ах).

Цели изучения дисциплины: являются формирование у студентов элементов научного мировоззрения на основе изучения общности протекания информационных процессов в системах различной природы (социальных, биологических, технических); развитие операционного мышления направленного на выбор оптимальных действий, на умение планировать свою деятельность и предвидеть ее результаты, формирование навыков грамотного пользователя персональной ЭВМ.

Данный курс предназначен для студентов направления 03.04.03 «Радиофизика». Курс «Информационные технологии» позволяет повысить качества подготовки бакалавров в области информационных технологий, которые строятся на базовых технологических операциях, но кроме этого включают ряд специфических моделей и инструментальных средств.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической и физической подготовкой в рамках университетского курса для студентов физиков и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен владеть основными понятиями физики. По предмету и методу своих исследований данный курс тесно связан с такими предметами как «Информатика» и способствует формированию у студентов элементов научного мировоззрения на основе изучения общности протекания информационных процессов в системах различной природы

Дисциплина «Информационные технологии» призвана помочь студентам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение выпускной классифицированной работы.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции:

ПК-2 способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта.

Планируемые результаты обучения (Индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
	2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Индикатор достижения компетенции (с кодом) ПК-2.1. Знать: современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, особенности вычислительных ядре семейства Cortex - A, R и M, ядра Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4, структура программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32, заголовочных файлов, типах данных, переменных и массивах, структурах, функциях, основных характеристиках микроконтроллера STM32F051R8T6, регистрах портов GPIO STM32 и их инициализации, стандартной библиотеке CMSIS, средах разработки STM32, CubeMX и Coocox IDE, библиотеке HAL, отладочных платах STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY, Прерываниях в STM32, таймерах в STM32: базовые	Не знает о современных компьютерных технологиях для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, особенностях вычислительных ядер семейства Cortex - A, R и M, ядра Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4, структуре программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32, заголовочных файлов, типах данных, переменных и массивах, структурах, функциях, основных характеристиках микроконтроллера STM32F051R8T6, регистрах портов GPIO STM32 и их инициализации, стандартной библиотеке CMSIS, средах разработки STM32, CubeMX и Coocox IDE, библиотеке HAL, отладочных платах STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY, Прерываниях в STM32, таймерах в STM32: базовые	Имеет фрагментарные знания о современных компьютерных технологиях для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, особенностях вычислительных ядер семейства Cortex - A, R и M, ядра Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4, структуре программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32, заголовочных файлов, типах данных, переменных и массивах, структурах, функциях, основных характеристиках микроконтроллера STM32F051R8T6, регистрах портов GPIO STM32 и их инициализации, стандартной библиотеке CMSIS, средах разработки STM32, CubeMX и Coocox IDE, библиотеке HAL, отладочных платах STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY, Прерываниях в STM32, таймерах в	Достаточно уверенно знает о современных компьютерных технологиях для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, особенностях вычислительных ядер семейства Cortex - A, R и M, ядра Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4, структуре программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32, заголовочных файлов, типах данных, переменных и массивах, структурах, функциях, основных характеристиках микроконтроллера STM32F051R8T6, регистрах портов GPIO STM32 и их инициализации, стандартной библиотеке CMSIS, средах разработки STM32, CubeMX и Coocox IDE, библиотеке HAL, отладочных платах STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY, Прерываниях в STM32, таймерах в	Уверенно знает о современных компьютерных технологиях для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, особенностях вычислительных ядер семейства Cortex - A, R и M, ядра Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4, структуре программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32, заголовочных файлов, типах данных, переменных и массивах, структурах, функциях, основных характеристиках микроконтроллера STM32F051R8T6, регистрах портов GPIO STM32 и их инициализации, стандартной библиотеке CMSIS, средах разработки STM32, CubeMX и Coocox IDE, библиотеке HAL, отладочных платах STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY, Прерываниях

<p>СooCoox IDE, библиотеки HAL, отладочные платы STM32F407DISCO VERY и STM32F051DISCO VERY, Прерывания в STM32, таймеры в STM32:базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), )продвинутые (advanced-control timers),реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32, модуле захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx), работе с модулями ADC, USART, SPI, DAC, DMA.</p>	<p>(basic timers), общего назначения (general-purpose timers), )продвинутые (advanced-control timers),реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32, модуле захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx), работе с модулями ADC, USART, SPI, DAC, DMA.</p>	<p>STM32:базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), )продвинутые (advanced-control timers),реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32, модуле захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx), работе с модулями ADC, USART, SPI, DAC, DMA</p>	<p>ERY, Прерываниях в STM32, таймерах в STM32:базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), )продвинутые (advanced-control timers),реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32, модуле захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx), работе с модулями ADC, USART, SPI, DAC, DMA, но допускает небольшие ошибки.</p>	<p>в STM32, таймерах в STM32:базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), )продвинутые (advanced-control timers),реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32, модуле захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx), работе с модулями ADC, USART, SPI, DAC, DMAи может ответить на дополнительные вопросы.</p>
<p>ПК-2.2. Уметь: использовать современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, программировать на языке СИ для микроконтроллеров STM32, отлаживать программы для STM32 на отладочных платах STM32F407DISCO VERY и STM32F051DISCO VERY.</p>	<p>Не умеет использовать современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, программировать на языке СИ для микроконтроллеров STM32, отлаживать программы для STM32 на отладочных платах STM32F407DISCO VERY и STM32F051DISCO VERY.</p>	<p>Частично умеет использовать современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, программировать на языке СИ для микроконтроллеров STM32, отлаживать программы для STM32 на отладочных платах STM32F407DISCO VERY и STM32F051DISCO VERY.</p>	<p>Умеет объяснять использовать современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, программировать на языке СИ для микроконтроллеров STM32, отлаживать программы для STM32 на отладочных платах STM32F407DISCO VERY и STM32F051DISCO VERY, но иногда ошибается</p>	<p>Умеет использовать современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, программировать на языке СИ для микроконтроллеров STM32, отлаживать программы для STM32 на отладочных платах STM32F407DISCO VERY и STM32F051DISCO VERY.</p>
<p>ПК-2.3. Владеть: навыками современными компьютерными технологиями для подготовки текстовой и конструкторско-технологической</p>	<p>Не владеет навыками работы с современными компьютерными технологиями для подготовки текстовой и конструкторско-технологической</p>	<p>Частично владеет навыками работы с современными компьютерными технологиями для подготовки текстовой и конструкторско-технологической до-</p>	<p>Владеет навыками работы с современными компьютерными технологиями для подготовки текстовой и конструкторско-технологической</p>	<p>Уверенно владеет навыками работы с современными компьютерными технологиями для подготовки текстовой и конструкторско-технологической</p>

документации, навыками программирования и отладки программ на микроконтроллерах STM32.	документации, навыками программирования и отладки программ на микроконтроллерах STM32.	кументации, навыками программирования и отладки программ на микроконтроллерах STM32.	документации, навыками программирования и отладки программ на микроконтроллерах STM32, но не всегда уверенно	документации, навыками программирования и отладки программ на микроконтроллерах STM32.
--	--	--	--	--

ПК-4. способностью внедрять результаты прикладных научных исследований в перспективные приборы, устройства и системы, основанные на колебательно-волновых принципах функционирования

Планируемые результаты обучения (Индикаторы достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
	2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
<p>Индикатор достижения компетенции (с кодом) ПК-4.1. Знать: типы данных, переменные и массивы, структуры, функции, основные характеристики микроконтроллера STM32F051R8T6, регистры портов GPIO STM32 и их инициализация, стандартная библиотека CMSIS, среды разработки STM32, CubeMX и Coocox IDE, библиотеки HAL, отладочные платы STM32F407DISCO VERY и STM32F051DISCO VERY, Прерывания в STM32, таймеры в STM32: базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), продвинутые (advanced-control timers), реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32. Модуль захвата и сравнения + таймер регистра</p>	<p>Не знает о современных компьютерных технологиях для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, особенностях вычислительных ядер семейства Cortex - A, R и M, ядра Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4, структуре программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32, заголовочных файлах, типах данных, переменных и массивах, структурах, функциях, основных характеристиках микроконтроллера STM32F051R8T6, регистрах портов GPIO STM32 и их инициализации, стандартной библиотеке CMSIS, средах разработки STM32, CubeMX и Coocox IDE, библиотеке HAL, отладочных платах STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY, Прерываниях в STM32, таймерах в STM32: базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), продвинутые (advanced-control</p>	<p>Имеет фрагментарные знания о современных компьютерных технологиях для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, особенностях вычислительных ядер семейства Cortex - A, R и M, ядра Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4, структуре программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32, заголовочных файлах, типах данных, переменных и массивах, структурах, функциях, основных характеристиках микроконтроллера STM32F051R8T6, регистрах портов GPIO STM32 и их инициализации, стандартной библиотеке CMSIS, средах разработки STM32, CubeMX и Coocox IDE, библиотеке HAL, отладочных платах STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY, Прерываниях в STM32, таймерах в STM32: базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), продвинутые (advanced-control</p>	<p>Достаточно уверенно знает о современных компьютерных технологиях для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, особенностях вычислительных ядер семейства Cortex - A, R и M, ядра Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4, структуре программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32, заголовочных файлах, типах данных, переменных и массивах, структурах, функциях, основных характеристиках микроконтроллера STM32F051R8T6, регистрах портов GPIO STM32 и их инициализации, стандартной библиотеке CMSIS, средах разработки STM32, CubeMX и Coocox IDE, библиотеке HAL, отладочных платах STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY, Прерываниях в STM32, таймерах в STM32: базовые (basic timers), общего назначения</p>	<p>Уверенно знает о современных компьютерных технологиях для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, особенностях вычислительных ядер семейства Cortex - A, R и M, ядра Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4, структуре программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32, заголовочных файлах, типах данных, переменных и массивах, структурах, функциях, основных характеристиках микроконтроллера STM32F051R8T6, регистрах портов GPIO STM32 и их инициализации, стандартной библиотеке CMSIS, средах разработки STM32, CubeMX и Coocox IDE, библиотеке HAL, отладочных платах STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY, Прерываниях в STM32, таймерах в STM32: базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose</p>



захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx)	timers),реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32, модуле захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx	timers),реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32, модуле захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx)	(general-purpose timers), )продвину-тые (advanced-control timers),реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32, модуле захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx)	timers), )продвину-тые (advanced-control timers),реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32, модуле захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx).
ПК-4.2. Уметь: использо-вать современные компьютерные техно-логии для подго-товки текстовой и конструкторско-технологической документации, про-граммировать на языке СИ для мик-роконтроллеров	Не умеет использо-вать современные компьютерные техно-логии для подго-товки текстовой и конструкторско-технологической документации, про-граммировать на языке СИ для мик-роконтроллеров	Частично умеет ис-пользовать совре-менные компьютер-ные технологии для подготовки тексто-вой и конструктор-ско-технологической документации, про-граммировать на языке СИ для микро-контроллеров	Умеет объяснять использовать со-временные компь-ютерные техноло-гии для подготовки текстовой и кон-структорско-технологической документации, программировать на языке СИ для микроконтролле-ров, но иногда ошибается	Умеет использо-вать современные компьютерные техно-логии для подго-товки текстовой и конструкторско-технологической документации, программировать на языке СИ для микроконтроллеров
ПК-4.3. Владеть: современ-нымикомпьютер-ными технологиями для подготовки тек-стовой и конструкторско-технологической документации, навыками програм-мирования и отлад-ки программ на микроконтроллерах STM32.	Не владеет совре-менными компью-терными технологи-ями для подготовки текстовой и кон-структорско-технологической документации, навыками програм-мирования и отлад-ки программ на микроконтроллерах STM32.	Частично владеет современными комп-ьютерными технологи-ями для подготовки текстовой и конструкторско-технологической до-кументации, навыка-ми программирова-ния и отладки про-грамм на микро-контроллерах STM32.	Владеет современ-ными компьютер-ными технологиями для подготовки тек-стовой и конструкторско-технологической документации, навыками програм-мирования и отладки программ на микроконтрол-лерах STM32, но не всегда уверенно	Уверенно владеет современными комп-ьютерными техно-логиями для подго-товки текстовой и конструкторско-технологической документации, навыками програм-мирования и отладки программ на микроконтрол-лерах STM32.

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (для экзамена: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; для зачета: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично».

для зачета:

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),

не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Компетенция (с указанием кода)	Результаты обучения <i>Индикатор достижения компетенции (с кодом)</i>	Оценочные средства
ПК-2 способностью самостоятельно ставить научные задачи в области физики и радиофизики и решать их с использованием современного оборудования и новейшего отечественного и зарубежного опыта	<p>ПК-2.1. Знать: современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, особенности вычислительных ядер семейства Cortex - A, R и M, ядра Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4, структуру программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32, заголовочный файл, типы данных, переменные и массивы, структуры, функции, основные характеристики микроконтроллера STM32F051R8T6, регистры портов GPIO STM32 и их инициализация, стандартная библиотека CMSIS, среды разработки STM32, CubeMX и CoCoX IDE, библиотеки HAL, отладочные платы STM32F407DISCOVERY и STM32F051DISCOVERY, Прерывания в STM32, таймеры в STM32: базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), продвинутые (advanced-control timers), реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32. Модуль захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx), работа с модулями ADC, USART, SPI, DAC, DMA</p>	Лабораторные работы; контрольные работы; зачет; экзамен.
	<p>ПК-2.2. Уметь: использовать современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, программировать на языке СИ для микроконтроллеров STM32, отлаживать программы для STM32 на отладочных платах STM32F407DISCOVERY и</p>	

	STM32F051DISCOVERY.	
	ПК-2.3. Владеть: навыками современными компьютерными технологиями для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации, навыками программирования и отладки программ на микроконтроллерах STM32.	

#### 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

### **Вопросы к текущему и рубежному контролю по теоретическому материалу**

Примерные вопросы для устного опроса:

1. Вычислительные ядра семейства Cortex - A, R и M. Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4.
2. Структура программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32. Заголовочный файл
3. Типы данных, переменные и массивы. Ключевое слово typedef.
4. Структуры. Функции. Объявление и определение функции
5. Локальные и глобальные переменные. Функция main()
6. Арифметические операторы. Операторы отношений и логические операторы
7. Оператор получения адреса &. Оператор разыменования адреса \*. Указатель
8. операций с присваиванием: \*=, /=, +=, -=, %=, <<=, >>=, &=, ^=, |=. Операции с битами (выставить, снять, инвертировать) определенный бит с помощью операций &=, ^=, |=. Привести примеры.
9. Оператор доступа к членам объектов
10. Оператор if – else. Оператор while
11. Основные характеристики микроконтроллера STM32F051R8T6
12. Пояснить назначение модулей STM32 : FPU, USART, SPI, I2C, CAN, USB, RTC, WatchDog, ADC, DAC, DMA, Ethernet MAC 10/100,
13. Стандартная библиотека CMSIS.
14. Выбор среды разработки STM32. Почему используется связка CubeMX и Atollic TrueStudio? Библиотеки HAL.
15. Отладочная плата STM32F051DISCOVERY. Отладочная плата STM32F407DISCOVERY. Состав, возможности, отличия.
16. Что такое препроцессор? Что такое компилятор ? Что такое компоновщик Link?
17. Назначение оператора #include , #define
18. Какие операторы организации циклов и условных переходов есть в СИ?
19. Откуда компилятор «знает» марку МК и описание ядра МК?
20. Откуда компилятор «знает» архитектуру (набор Функциональных модулей(ФМ)), адреса и состав всех регистров ФМ) МК для которого создаётся проект?
21. Назначение модуля дискретного ввода/вывода GPIO?
22. Сколько разрядов в каждом порту GPIO у МК STM32F051?
23. Сколько портов GPIO имеется у МК STM32F051, в отладочной плате?
24. Возможности модуля дискретного ввода/вывода GPIO?
25. Какие регистры есть у модуля дискретного ввода/вывода GPIO?

26. Можно ли с помощью модуля дискретного ввода/вывода GPIO измерить (ввести) уровень напряжения?
27. Сколько светодиодов и какие имеются на отладочной плате, используемой в лаб. работе?
28. Сколько кнопок и какие имеются на отладочной плате, используемой в лаб. работе?
29. С помощью каких аппаратных средств происходит передача файла прошивки в МК?
30. Какие интерфейсы в МК используются для «заливки» прошивки и отладки? Какой интерфейс использовали вы в лаб. работе?
31. Что означает описатель типа void? Сколько аргументов и какого типа надо передать функции BBB и что возвратит эта функция, если она описана как «void BBB(int c, long d, char\*mas);» ?
32. Почему GPIOC->ODR |= LED3\_green|LED4\_blue; зажигает светодиоды?
33. Почему GPIOC->ODR ^= LED3\_green|LED4\_blue; инвертирует свечение LED?
34. Равнозначны ли строки :
35. #define LED3\_green GPIO\_ODR\_8
36. #define LED3\_green GPIO\_IDR\_8
37. #define LED3\_green 0x100
38. #define LED3\_green 256
39. Схема порта ввода-вывода контроллера. Режимы работы выводов порта
40. Регистры GPIO. Регистры конфигурации GPIO
41. Регистры данных GPIO.Регистр установки/сброса GPIO. Регистр блокировки GPIO
42. Драйверы LL, HAL-драйверы –отличие, преимущества и недостатки использования. Обосновать в каких случаях использовать тот или иной.
43. Почему оптимально комбинировать использование LL и HAL, как это делается в CubeMX и как подключаются отдельные, единичные драйвера (не вся библиотека)
44. Для использования библиотеки LL нужно ли знать режимы работы настраиваемого узла? названия регистров и битов, требуемые значения битов?
45. Принципы работы с регистрами STM32 через библиотеку CMSIS. Отличие, преимущества и недостатки такого метода по сравнению с другими - обосновать в каких случаях использовать.
46. Где брать описание настроек режимов работы узлов микроконтроллера, т.е. где узнать какие биты в каких регистрах и как устанавливать
47. Где находить дефайны для нужных регистров и битов (маски битов).
48. Как устанавливаются (сбрасываются, инвертируются) биты с помощью маски битов. Показать на примерах.
49. Регистры портов GPIO.
50. Как изменять скорость работы вывода порта? зачем менять скорость?
51. Чем отличаются способы манипуляции с битами
  - при помощи регистров битовых операций
  - при помощи масок битов

Преимущества и недостатки каждого способа

52. Режимы работы портов - обосновать в каких случаях использовать какой режим. Объяснить смысл и предназначение режимов
  - Input floating
  - Input pull-up
  - Input-pull-down
  - Analog
  - Output open-drain
  - Output push-pull
  - Alternate function

53. Система тактирования STM32, как конфигурировать систему тактирования? Источники тактирования. Объяснить термины – FCLK, HCLK to АНВ, APB1, APB2, ADC, HSI (High speed internal) , HSE (High speed external), LSI, LSE, RTC.
54. Настройка тактирования порта *RCC->APB1ENR*.
55. Последовательность инициализации портов.
56. Прерывания в STM32. NVIC Settings, что такое приоритеты прерываний, как они задаются. Работа с внешними прерываниями в STM32
57. таймеры в STM32:базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), продвинутые (advanced-control timers)
58. Структура принцип работы базового таймера
59. Counter Register (TIMx\_CNT) — счётчик  
Prescaler Register (TIMx\_PSC) — предделитель  
Auto-Reload Register (TIMx\_ARR) — регистр перезагрузки
60. Объяснить как настроить базовый таймер на прерывание через некоторое время с помощью CubeMX. Общие понятия -стандартная настройка тактирования. APB1, APB2, NVIC Settings. файл stm32f4xx\_it.c, обработчики прерываний
61. Принцип работы ШИМ, сфера применения. 32-рядного ядра Cortex различных версий (в микроконтроллере, установленном на плате используется ядро Cortex-M4). Реализация ШИМ аппаратно – без контроллера.
62. Реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32. Модуль захвата и сравнения + таймер
63. регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx)
64. Counter Register (TIMx\_CNT) — счётчик  
Prescaler Register (TIMx\_PSC) — предделитель  
Auto-Reload Register (TIMx\_ARR) — регистр перезагрузки
65. объяснить как настроить ШИМ с помощью CubeMX . Как задать частоту ШИМ, как менять в программе скважность.
66. Средства отображения информации для микроконтроллерных систем – светодиодные, ЖКИ, семисегментные, алфавитно-цифровые, графические дисплеи - отличие, преимущества и недостатки, обосновать в каких случаях использовать тот или иной вариант
67. Способы подключения (8битный, 4битный, через I2C расширитель порта), распиновка выводов WH1602 –предназначение каждого вывода.
68. Принципы работы с дисплеев на базе HD44780 – какие команды , в каком порядке, как подаются. В каком виде, как подаются данные. Зачем нужен в дисплее DDRAM.
69. Стандартная последовательность операций для выдачи в определенную позицию курсора строки символов.
70. Использование готовых библиотек. На примере библиотеки lcd . Что это за файлы lcd.h, lcd.c - что находится в файлах, куда необходимо их положить для подключения и как подключить с помощью директивы #include. Что такое и где лежат дефайны, объявления функций, прототипы функций? Как можно назначить нужные имена выводам портов в соответствии с библиотекой – как это сделать вручную и как используя CubeMX. Для чего предназначен файл main.h?
71. Режимы работы АЦП.
72. Отличие, преимущества и недостатки метода обмена по DMA по сравнению с другими - обосновать в каких случаях использовать.
73. Режимы модуля DMA. Использование в связке ADC+DMA
74. Как настроить АЦП , выбрать канал, с использованием CubeMX. Функции HAL для работы с АЦП. Как получить результата в вольтах? Преобразование результата в символьную строку.
75. Протокол интерфейса UART
76. Регистры UART. Порядок настройки через регистры CMSIS
77. USART\_SR - регистр состояния ( в STM 32F0 –регистр ISR)

78. биты TXE, TC, RXNE, ORE, NE, FE, PE
79. USART\_DR - регистр данных. ( в STM 32F0 2 регистра – буфер приемника RDR, буфер передатчика TDR)
80. USART\_BRR - регистр, задающий скорость обмена..
81. USART\_CR1- управляющий регистр 1. Биты TXEIE, TCIE, RXNEIE, TE, RE,
82. Регистры USART\_CR2, USART\_CR3 –редко используются
83. Как передать кадр обычным способом (не по прерыванию)? В какой регистр положить, какие биты готовности как проверять?
84. Как передать кадр по прерыванию?
85. Как принять кадр обычным способом (не по прерыванию)? С какого регистра считать, какие биты готовности как проверять?
86. Как принять кадр по прерыванию?
87. Протокол I2C . Сфера применения, преимущества и недостатки по сравнению с другими протоколами.
88. Как происходит обмен - описание последовательности операций обмена между мастером и слейвом. Адресация.
89. Модуль часов реального времени (RTC), предназначение и как реализовано. Работа с модулем – в каком формате где лежат данные, как считать время, задать время.
90. Использование функций HAL для обмена по I2C.
91. Работа с SPI.
92. Работа со встроенным модулем ЦАП (DAC).
93. Прямой доступ в память (DMA), работа в связке ADC-DMA.
94. Операционные системы реального времени (RTOS).

### Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 3.

Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично – от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо – от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно – от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно – менее 45 баллов.

для зачета:

- зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

### Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основ-

ных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

**- 1-10 баллов** выставляется студенту, если ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### **Лабораторные работы**

Ниже перечислена тематика лабораторных работ:

1. Лабораторная работа №1. Генерирование проекта и программирование работы портов ввода-вывода в CubeMX и Atollic TrueStudio
2. Лабораторная работа №2. Работа с регистрами STM32 через библиотеку CMSIS.
- Лабораторная работа №3. Использование библиотеки LL для настройки портов и ввода-вывода информации
3. Лабораторная работа №4. Настройка портов для различных вариантов ввода и вывода информации с использованием CubeMX, Atollic TrueStudio, библиотеки HAL. Выполнение индивидуального задания со сборкой и проверкой работы на макетной плате
4. Лабораторная работа №5. Генерирование проекта и программирование работы базового таймера в связке CubeMX и Atollic TrueStudio
5. Лабораторная работа №6. Генерирование проекта и программирование работы ШИМ в связке CubeMX и Atollic TrueStudio
6. Лабораторная работа №7. Работа с дисплеем на базе HD44780
7. Лабораторная работа №8. Использование АЦП с выводом на дисплей
8. Лабораторная работа №9. Использование USART с выводом на дисплей
9. Лабораторная работа №10. Использование модуля часов реального времени (RTC) реализованных на микросхемах DS1307 или DS3231 с подключением по протоколу I2C с выводом на дисплей
10. Лабораторная работа №11. Подключение дисплея WH1602 с выводом на по I2C, вывод показаний с модуля часов реального времени (RTC) реализованных на микросхемах 1307 или DS3231

Пример задания к лабораторным работам:

#### **Лабораторная работа №4.**

### **Генерирование проекта и программирование работы базового таймера в связке CubeMX и Atollic TrueStudio**

**2.1. Цель работы:** Научиться работать с базовыми таймерами с использованием CubeMX и Atollic TrueStudio – сконфигурировать микроконтроллер расположенный на плате STM Discovery, и выполнить типовые операции работы с базовым таймером - помигать светодиодом используя задержку на таймере.

#### **2.2. Краткие теоретические сведения**

В STM32 вообще существует три вида таймеров:

- 1) базовые (basic timers)
- 2) общего назначения (general-purpose timers)

### 3) продвинутые (advanced-control timers)

Продвинутые таймеры самые крутые и в себе сочетают возможности двух предыдущих групп, плюс к этому ещё множество дополнительных функций типа работа с трёхфазными моторами и т.д. и т.п. До них нам ещё далеко, поэтому в данной части мы будем рассматривать работу с базовыми (basic timers).

Для начала давайте рассмотрим, какие есть таймеры на нашем процессоре STM32F407VG (вы смотрите про свои процессоры с которыми работаете)). В процессоре STM32F407VG 14 таймеров — 12 — 16ти битных и 2 32 битных

**Table 52. Characteristics of TIMx connected to the APB1 domain<sup>(1)</sup>**

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Unit
$t_{res(TIM)}$	Timer resolution time	AHB/APB1 prescaler distinct from 1, $f_{TIMxCLK} = 84$ MHz	1	-	$t_{TIMxCLK}$
			11.9	-	ns
		AHB/APB1 prescaler = 1, $f_{TIMxCLK} = 42$ MHz	1	-	$t_{TIMxCLK}$
			23.8	-	ns
$f_{EXT}$	Timer external clock frequency on CH1 to CH4	$f_{TIMxCLK} = 84$ MHz APB1= 42 MHz	0	$f_{TIMxCLK}/2$	MHz
			0	42	MHz
$Res_{TIM}$	Timer resolution		-	16/32	bit
$t_{COUNTER}$	16-bit counter clock period when internal clock is selected		1	65536	$t_{TIMxCLK}$
			0.0119	780	$\mu s$
	32-bit counter clock period when internal clock is selected		1	-	$t_{TIMxCLK}$
$t_{MAX\_COUNT}$	Maximum possible count		0.0119	51130563	$\mu s$
			-	$65536 \times 65536$	$t_{TIMxCLK}$
		-	51.1	s	

1. TIMx is used as a general term to refer to the TIM2, TIM3, TIM4, TIM5, TIM6, TIM7, and TIM12 timers.



**Table 53. Characteristics of TIMx connected to the APB2 domain<sup>(1)</sup>**

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Unit
$t_{res(TIM)}$	Timer resolution time	AHB/APB2 prescaler distinct from 1, $f_{TIMxCLK} = 168$ MHz	1	-	$t_{TIMxCLK}$
			5.95	-	ns
		AHB/APB2 prescaler = 1, $f_{TIMxCLK} = 84$ MHz	1	-	$t_{TIMxCLK}$
			11.9	-	ns
$f_{EXT}$	Timer external clock frequency on CH1 to CH4		0	$f_{TIMxCLK}/2$	MHz
			0	84	MHz
$Res_{TIM}$	Timer resolution	$f_{TIMxCLK} = 168$ MHz	-	16	bit
$t_{COUNTER}$	16-bit counter clock period when internal clock is selected	APB2 = 84 MHz	1	65536	$t_{TIMxCLK}$
$t_{MAX\_COUNT}$	Maximum possible count		-	32768	$t_{TIMxCLK}$

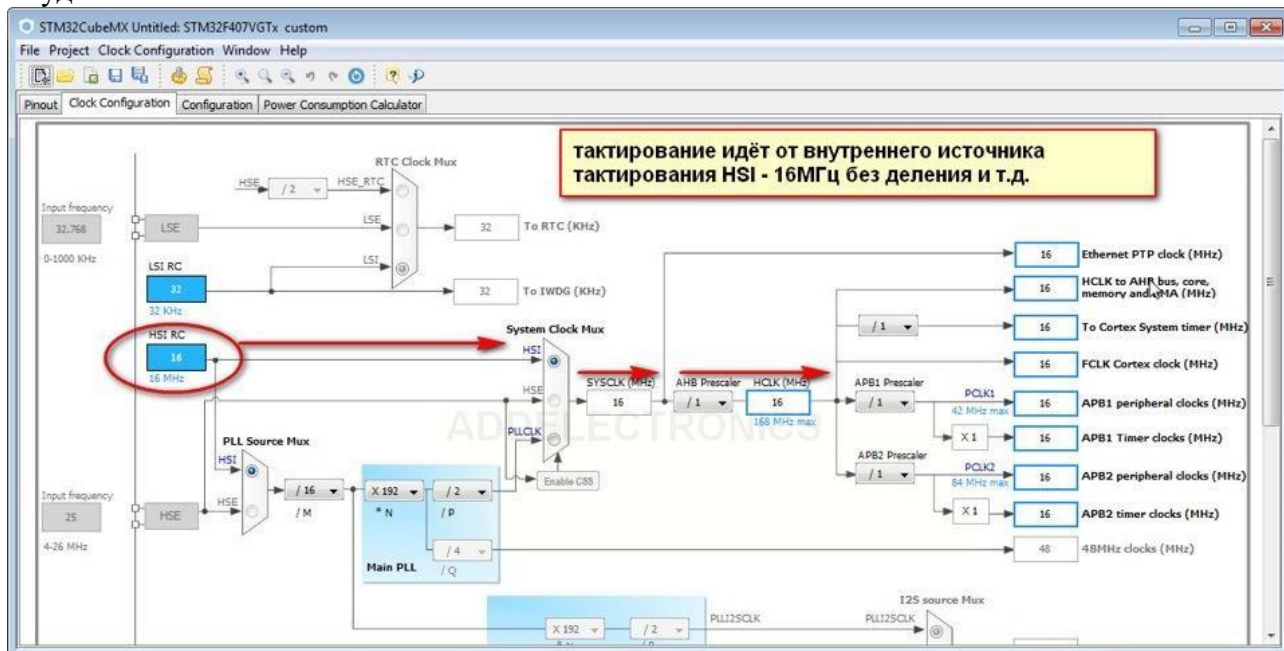
1. TIMx is used as a general term to refer to the TIM1, TIM8, TIM9, TIM10, and TIM11 timers.

Как мы видим на картинках к шине APB1 подключены таймеры TIM2, TIM3, TIM4, TIM5, TIM6, TIM7, TIM12

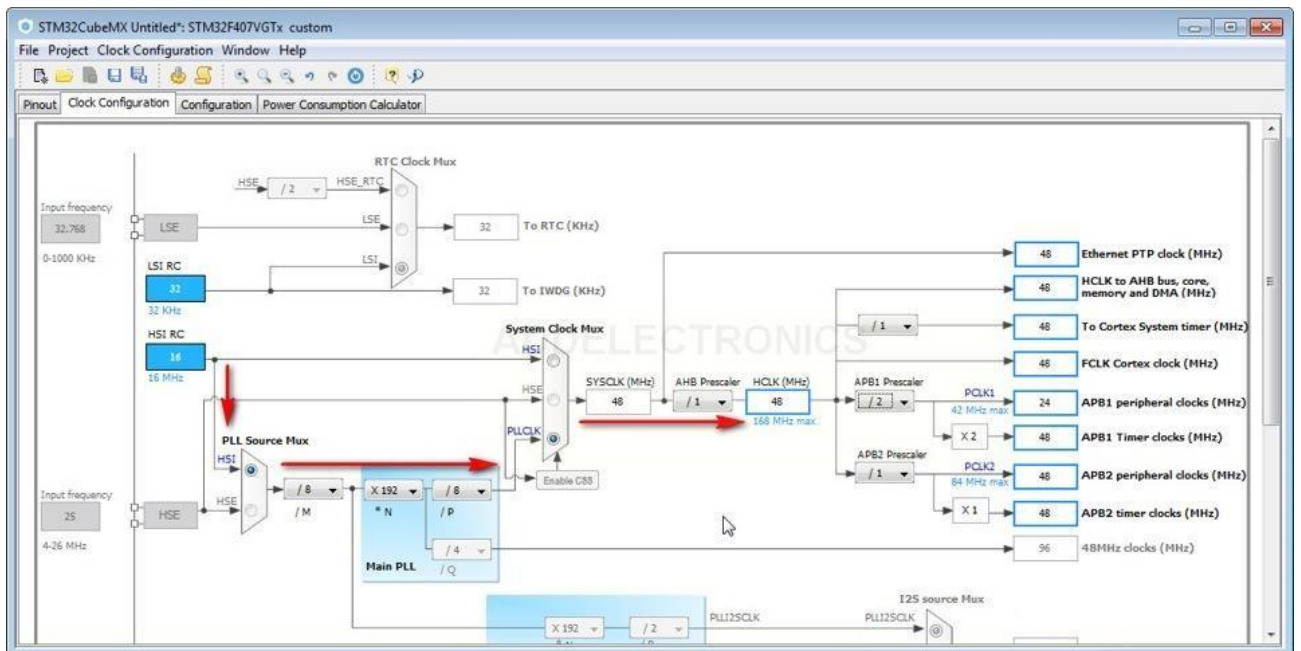
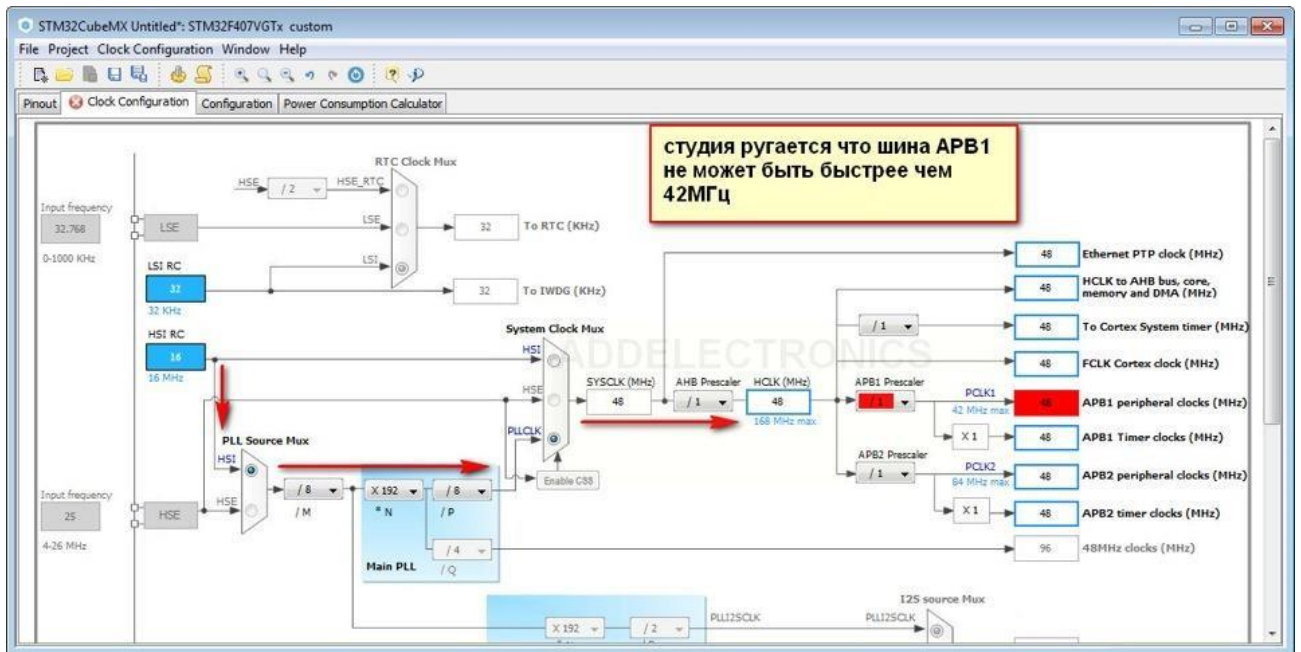
А к шине APB2 — TIM1, TIM8, TIM9, TIM10, TIM11

Теперь давайте рассмотрим картинку настройки нашего тактирования в программе CubeMX. Систему тактирования настроить так чтобы тактировать наши таймеры используя внутренний источник тактирования HSI.

Вот наша стандартная настройка тактирования без всяких множителей частот и т.д. Её мы и будем использовать.



А вот вариант ускорения работы. Но такие операции могут быть опасны выводом из строя процессора. Как видно программа сообщает об ошибке.



Открываем Reference Manual на F4 серию микроконтроллеров, Таймеры 6 и 7 являются базовыми таймерами. Сидят они на шине APB1 как мы видим на картинке из reference manual.

### 7.3.13 RCC APB1 peripheral clock enable register (RCC\_APB1ENR)

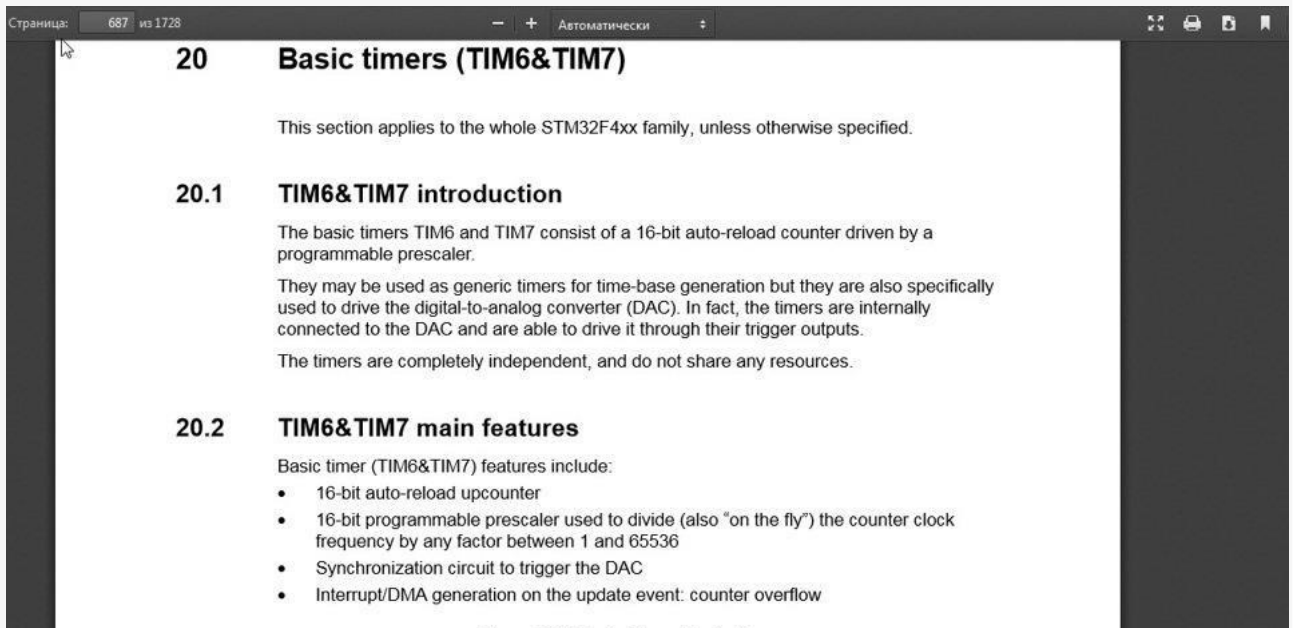
Address offset: 0x40

Reset value: 0x0000 0000

Access: no wait state, word, half-word and byte access.

31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
Reserved		DAC EN	PWR EN	Reserved	CAN2 EN	CAN1 EN	Reserved	I2C3 EN	I2C2 EN	I2C1 EN	UART5 EN	UART4 EN	USART3 EN	USART2 EN	Reserved
		rw	rw		rw	rw		rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SPI3 EN	SPI2 EN	Reserved		WWDG EN	Reserved		TIM14 EN	TIM13 EN	TIM12 EN	TIM7 EN	TIM6 EN	TIM5 EN	TIM4 EN	TIM3 EN	TIM2 EN
rw	rw			rw			rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw	rw

Базовые таймеры 6 и 7 — 16-битные, имеют настраиваемый предделитель от 0 до 65535. Для этих таймеров есть вот такие регистры доступные для чтения/записи.  
 Counter Register (TIMx\_CNT) — счётчик  
 Prescaler Register (TIMx\_PSC) — предделитель  
 Auto-Reload Register (TIMx\_ARR) — регистр перезагрузки



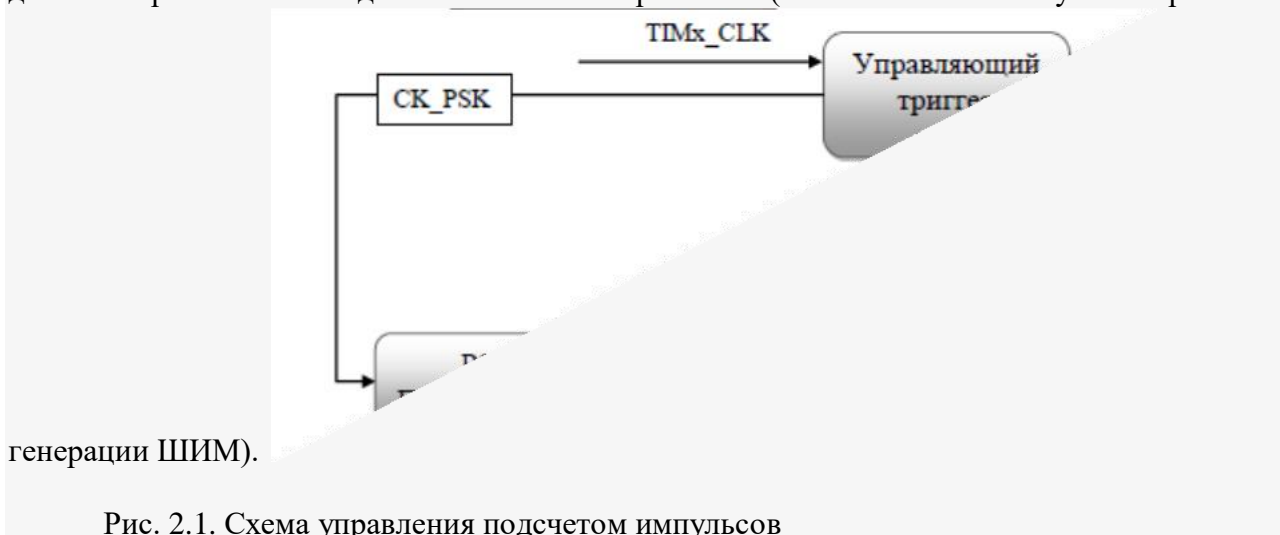
Не будем сильно углубляться в подробности работы, так как там страниц 10 описания доступных нам регистров и т.д, нам хватит трёх — написанных выше. Итак, что это за регистры и для чего они нам нужны. Задание - помигать светодиодом, настроить мигание одним светодиодом с периодом пол секунды, а вторым с периодом в секунду. Для того чтобы это нам реализовать нужно всего 5 шагов:

- 1) Запустить CubeMX и создать проект под наш контроллер.
- 2) в CubeMX выставить работу таймеров
- 3) сгенерировать проект и открыть его в Coocox IDE
- 4) проинициализировать таймеры (по одной строчке на таймер)
- 5) прописать в прерывании каждого таймера код постоянного изменения состояния ножки к которой подключен светодиод.

Прерывания – механизм, который позволяет аппаратному обеспечению сообщать о наступлении важных событий в своей работе. В момент, когда происходит прерывание, процессор переключается с выполнения основной программы на выполнение соответствующего обработчика прерываний. Как только выполнение обработчика завершено, продолжается выполнение основной программы с места, в котором она была прервана.

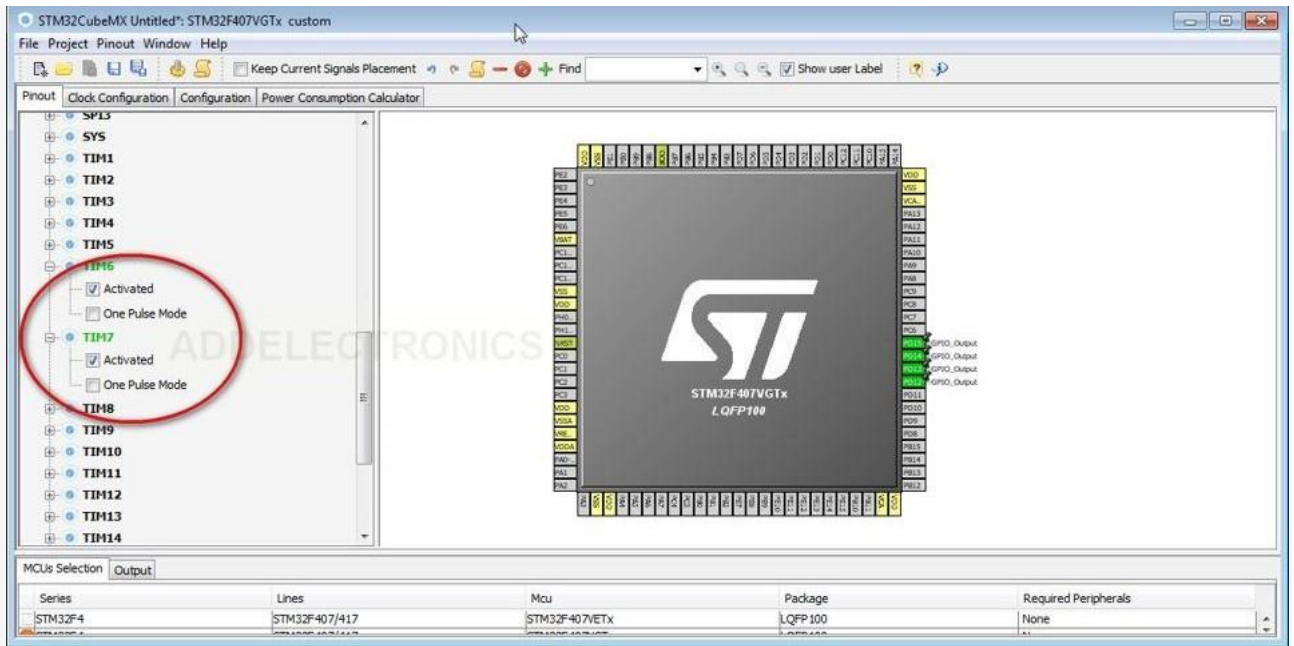
Для использования прерываний необходимо вначале настроить регистр, который называется Nested Vector Interrupt Controller (NVIC), встроенный контроллер вектора прерываний. Данный регистр является стандартной частью архитектуры ARM и встречается на всех процессорах, независимо от производителя. NVIC разработан таким образом, что задержка прерывания минимальна. NVIC поддерживает встроенные прерывания с 16-ю уровнями приоритета.

Микроконтроллер STM32F407VG содержит 14 таймеров. В общем виде схема управления подсчетом импульсов может быть представлена следующим образом (рис. 2.1): Каждый таймер может иметь до 4 линий захвата/сравнения (именно они используются в режиме

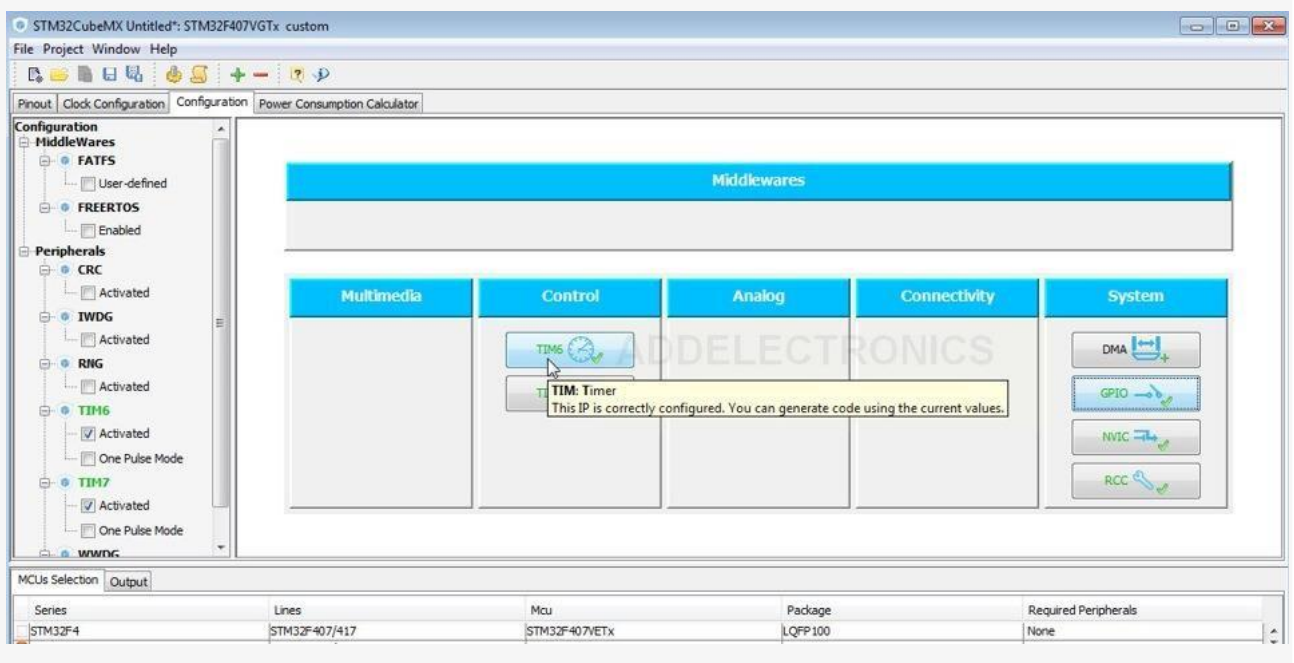


### 2.3. Порядок выполнения работы:

1. Рассмотрим более подробно. Запускаем нашу программу CubeMX
2. Настраиваем наши 2 вывода PD12 и PD13 на вывод (ножки куда подключены светодиоды). Устанавливаем для них режим GPIO\_Output, и режим Output Push\_Pull.
3. Далее слева активируем наши базовые таймеры 6 и 7.



4. Переходим в вкладку конфигурации. Как мы помним, мы не стали ничего менять в настройках частот для нашего процессора, поэтому у нас все шины тактируются частотой -16МГц. Теперь исходя из этого, и исходя из того что нам нужно получить, давайте настроим наши значения делителей и регистра автоперезагрузки.

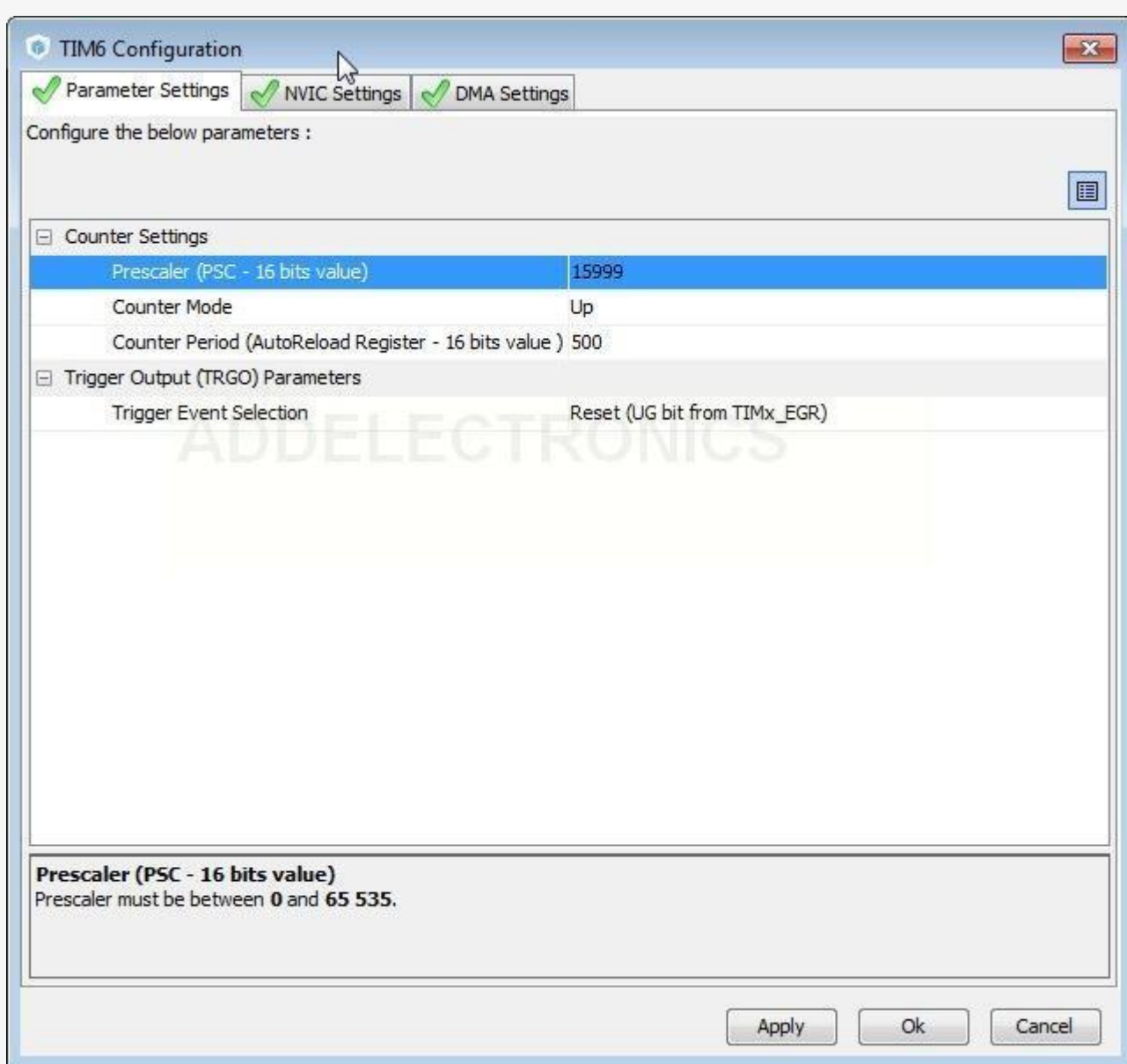


5. Как мы помним, нам нужно чтобы один светодиод мигал с частотой 1Гц (период 1000мсек), а второй с частотой 2Гц (период 500 мсек) . Как нам это получить?. Так как делитель на STM32 можно ставить любой, то мы просто вычислим его значение. Итак частота у нас 16 000 000 тиков в секунду, а нужно 1000 тиков в секунду. Значит  $16\,000\,000 \div 1\,000 = 16\,000$ . Это число минус 1 и вписываем в значение пред-

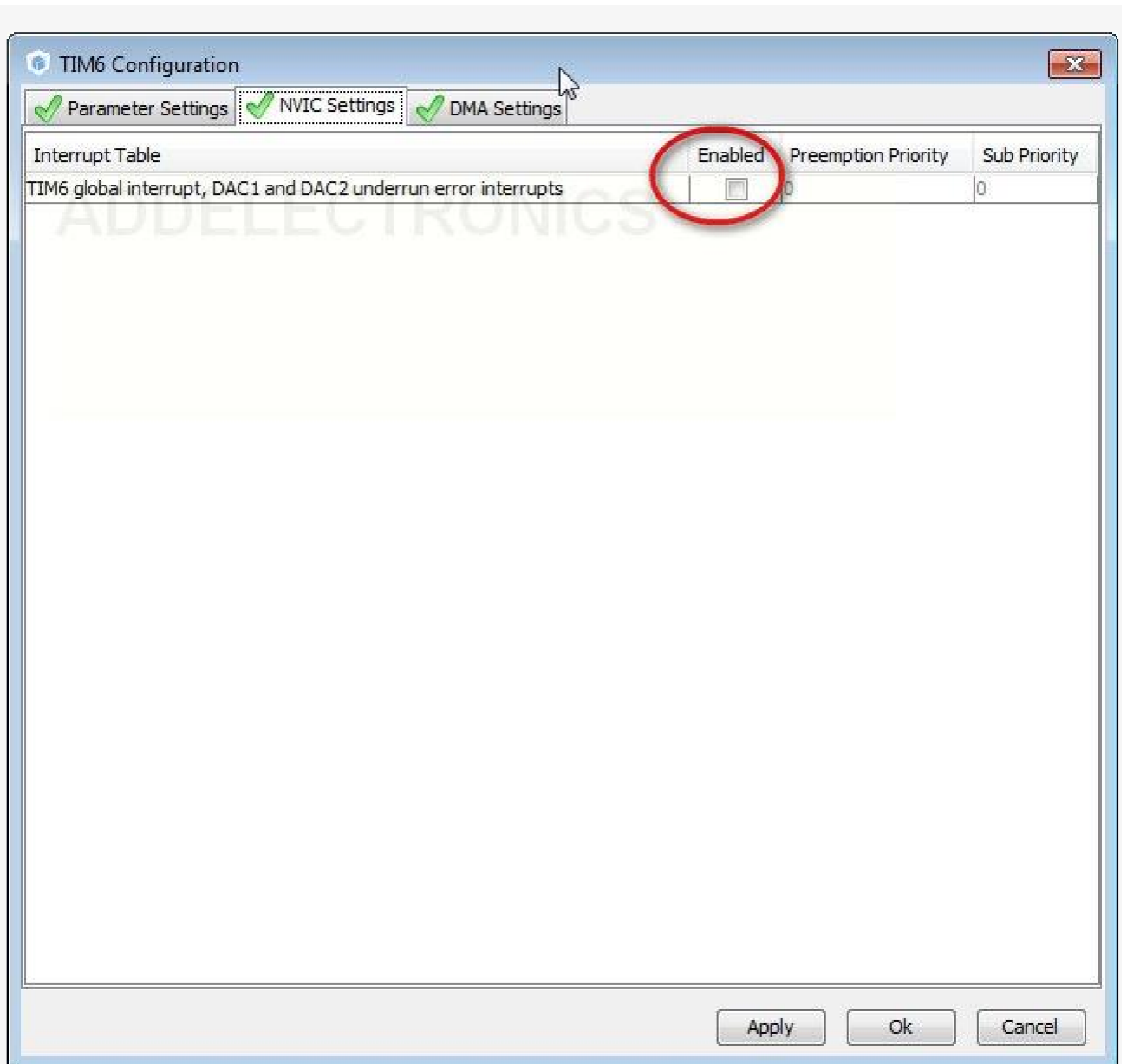


делителя . То есть число у нас получается 15999. Теперь наш таймер тикает с частотой 1000 раз в секунду.

6. Далее, мы должны указать когда же нам нужно прерывание по переполнению. Для этого мы записываем нужное нам число в Counter Period (autoreload register). То есть нам нужно получить одно прерывание в секунду, а как мы помним наш таймер тикает 1 раз в миллисекунду. В одной секунде — 1000 мсек — значит это значение и вписываем в регистр автоперезагрузки. Для того, чтобы получить прерывание раз в пол секунды — записываем соответственно — 500.



7. Далее, не забываем активировать прерывания для данных таймеров в вкладке NVIC Settings, устанавливая галочку. Всё это дело проделываем и для второго таймера.



8. Итак — настроили, теперь можно смело генерировать наш проект..
9. Открываем наш проект. У нас в принципе всё настроено и готово, только нужно запустить наши таймеры, так как хоть CubeMX всё за нас и делает — этим он уже не занимается. Итак- инициализируем наши таймеры вот такими строчками:  
    HAL\_TIM\_Base\_Start\_IT(&htim6);  
    HAL\_TIM\_Base\_Start\_IT(&htim7);

```
main.c
68
69  /* USER CODE END 1 */
70
71  /* MCU Configuration-----*/
72
73  /* Reset of all peripherals, Initializes the Flash interface and the Systick. */
74  HAL_Init();
75
76  /* Configure the system clock */
77  SystemClock_Config();
78
79  /* Initialize all configured peripherals */
80  MX_GPIO_Init();
81  MX_TIM6_Init();
82  MX_TIM7_Init();
83
84  /* USER CODE BEGIN 2 */
85  HAL_TIM_Base_Start_IT(&htim6);
86  HAL_TIM_Base_Start_IT(&htim7);
87  /* USER CODE END 2 */
88
89  /* Infinite loop */
90  /* USER CODE BEGIN WHILE */
91  while (1)
92  {
93    /* USER CODE END WHILE */
94
95    /* USER CODE BEGIN 3 */
96
```

10. И далее переходим к файлу stm32f4xx\_it.c

```
Project
├── Project: Urok4_bacis_timers
│   ├── Urok4_bacis_timers Configuration
│   │   ├── Application/MDK-ARM
│   │   ├── Drivers/CMSIS
│   │   ├── Drivers/STM32F4xx_HAL_Driver
│   │   └── Application/User
│   │       ├── main.c
│   │       ├── stm32f4xx_hal_msp.c
│   │       └── stm32f4xx_it.c
└──
```

```
main.c
68
69  /* USER CODE END 1 */
70
71  /* MCU Configuration-----*/
72
73  /* Reset of all peripherals, In:
74  HAL_Init();
75
76  /* Configure the system clock *,
77  SystemClock_Config();
78
79  /* Initialize all configured pe:
80  MX_GPIO_Init();
81  MX_TIM6_Init();
82  MX_TIM7_Init();
83
84  /* USER CODE BEGIN 2 */
85  HAL_TIM_Base_Start_IT(&htim6);
86  HAL_TIM_Base_Start_IT(&htim7);
87  /* USER CODE END 2 */
88
89  /* Infinite loop */
90  /* USER CODE BEGIN WHILE */
91  while (1)
92  {
93    /* USER CODE END WHILE */
94
95    /* USER CODE BEGIN 3 */
```

11. Именно в нём и находятся наши обработчики прерывания для наших таймеров. Вот обработчик прерывания для таймера 7

```
void TIM7_IRQHandler(void)
{
  /* USER CODE BEGIN TIM7_IRQn 0 */
  /* USER CODE END TIM7_IRQn 0 */
```



```

HAL_TIM_IRQHandler(&htim7);
/* USER CODE BEGIN TIM7_IRQn 1 */
/* USER CODE END TIM7_IRQn 1 */
}

```

Вписываем в обработчик прерывания то что мы хотим делать — а мы хотим в каждом прерывании менять состояние наших ножек к которым подключены светодиоды.

Используем вот такую конструкцию:

```
HAL_GPIO_TogglePin(GPIOD, GPIO_PIN_13);
```

```

74 /*
75 void TIM6_DAC_IRQHandler(void)
76 {
77     /* USER CODE BEGIN TIM6_DAC_IRQn 0 */
78     HAL_GPIO_TogglePin(GPIOD,GPIO_PIN_12);
79     /* USER CODE END TIM6_DAC_IRQn 0 */
80     HAL_TIM_IRQHandler(&htim6);
81     /* USER CODE BEGIN TIM6_DAC_IRQn 1 */
82
83     /* USER CODE END TIM6_DAC_IRQn 1 */
84 }
85
86 /**
87  * @brief This function handles TIM7 global interrupt.
88  */
89 void TIM7_IRQHandler(void)
90 {
91     /* USER CODE BEGIN TIM7_IRQn 0 */
92     HAL_GPIO_TogglePin(GPIOD,GPIO_PIN_13);
93     /* USER CODE END TIM7_IRQn 0 */
94     HAL_TIM_IRQHandler(&htim7);
95     /* USER CODE BEGIN TIM7_IRQn 1 */
96
97     /* USER CODE END TIM7_IRQn 1 */
98 }
99
100 /* USER CODE BEGIN 1 */

```

12. Нажимаем F7, смотрим чтобы не было ошибок — и можем заливать в наш подопытный процессор.

### 1.3. Контрольные вопросы и задания:

1. Структура программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32. Заголовочный файл
2. Типы данных, переменные и массивы. Ключевое слово typedef.
3. Структуры. Функции. Объявление и определение функции
4. Локальные и глобальные переменные. Функция main()
5. Арифметические операторы. Операторы отношений и логические операторы
6. Оператор получения адреса &. Оператор разыменования адреса \*. Указатель
7. операций с присваиванием: \*=, /=, +=, -=, %=, <<=, >>=, &=, ^=, |=. Операции с битами (выставить, снять, инвертировать) определенный бит с помощью операций &=, ^=, |=. Привести примеры.
8. Оператор доступа к членам объектов
9. Оператор if – else. Оператор while
10. Что такое препроцессор? Что такое компилятор? Что такое компоновщик Link?
11. Назначение оператора #include, #define
12. Какие операторы организации циклов и условных переходов есть в СИ?
13. Откуда компилятор «знает» марку МК и описание ядра МК?
14. Откуда компилятор «знает» архитектуру (набор Функциональных модулей(ФМ)), адреса и состав всех регистров ФМ) МК для которого создаётся проект?

15. Таймеры в STM32: базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), продвинутые (advanced-control timers)

**Задание:** Сгенерируйте код инициализации в CubeMX, перенесите его в CoCo IDE и средствами библиотеки HAL напишите код выполняющий следующий алгоритм: при нажатии кнопки PA0, и удерживании ее в течении N секунд, светодиод N должен гореть в течении N секунд и потухнуть. Задержку организовать по прерыванию с помощью любого базового таймера.

Скомпилируйте проект (сделайте сборку проекта), при появлении ошибок устраните их, загрузите код в отладочную плату и убедитесь в правильности работы программы.

### Критерии оценки (в баллах)

Получен допуск на выполнение лабораторной работы	1 балл
Выполнение работы	2 балл
Оформление отчета	2 балл
Ответ на контрольные вопросы	5 балл

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов

Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков

Нет правильного ответа

### Лабораторные работы описаны в методичке:

Учебный курс по программированию микроконтроллеров STM32. [Электронный ресурс] : лабораторный практикум по дисциплине "Информационные Технологии". / Башкирский государственный университет; сост. В.Х. Абдрахманов .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2019 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL: [https://elib.bashedu.ru/dl/local/Abdrahmanov\\_sost\\_Uceb\\_kurs\\_po\\_programm\\_mikrokontrollerov\\_2019.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Abdrahmanov_sost_Uceb_kurs_po_programm_mikrokontrollerov_2019.pdf)>.

## Контрольная работа

### Примерные задания для контрольной работы

1. Почему `GPIOC->ODR |= LED3_green|LED4_blue`; зажигает светодиоды?
2. Почему `GPIOC->ODR ^= LED3_green|LED4_blue`; инвертирует свечение LED?
3. Равнозначны ли строки :  
`#define LED3_green GPIO_ODR_8`  
`#define LED3_green GPIO_IDR_8`  
`#define LED3_green 0x100`  
`#define LED3_green 256`
4. Рассчитайте, какие числа нужно вбить в регистры управления базовым таймером, чтобы получить N секунд задержки (N- номер варианта) по прерыванию. Частота APB1 8МГц.

5. Рассчитайте, какие числа нужно вбить в регистры управления таймером с режимом PWM, чтобы получить скважность на выводе PC9 N%, (N- номер варианта) частоту ШИМ 1кГц. Частота APB1 8МГц.

#### Критерии оценки (в баллах)

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов	<i>10 балла</i>
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько недостатков	<i>5 балл</i>
Нет правильного ответа	<i>0 баллов</i>

## Участие в конференциях, публикация статей

### 1. Публикация статей – 5 баллов

Критерии	Оценка (в баллах)	
Тип работы	Реферативная работа	0,1
	Работа носит исследовательский характер	0,3
	Работа является исследованием	0,6
Использование известных данных и научных фактов	Не использует никаких данных	0
	Автор использовал известные данные	0,4
	Использованы уникальные научные данные	0,6
Полнота цитируемой литературы, ссылка на учебных	Использован учебный материал	0,1
	Использованы специализированные издания	0,3
	Использованы интернет ресурсы	0,6
Актуальность работы	Изучение вопроса не является актуальным	0
	Представленная работа привлекает интерес своей актуальностью	0,4
	Работа содержит научный характер	0,6
Степень новизны полученных результатов	Работа не содержит ничего нового	0
	В работе доказан уже установленный факт	0,4
	В работе получены новые данные	0,6

### 2. Участие в конференции- 5 баллов

Творческий подход к отбору и структурированию материала	-	<i>1 балл</i>
Новизна и самостоятельность при постановке проблемы	-	<i>1 балл</i>
Выступление не является простым чтением с экрана	-	<i>1 балл</i>
В выступлении дополняются и раскрываются ключевые моменты, представленные на слайдах	-	<i>1 балл</i>
Во время выступления поддерживается зрительный контакт с аудиторией, речь отличается богатством интонаций	-	<i>1 балл</i>

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

#### Основная литература:

1. Учебный курс по программированию микроконтроллеров STM32. [Электронный ресурс] : лабораторный практикум по дисциплине "Информационные Технологии". / Башкирский государственный университет; сост. В.Х. Абдрахманов .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2019 .— Электрон. версия печ. публикации .— Доступ возможен через Электронную библиотеку БашГУ .— <URL: [https://elib.bashedu.ru/dl/local/Abdrahmanov\\_sost\\_Uceb\\_kurs\\_po\\_programm\\_mikrokontrollerov\\_2019.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/local/Abdrahmanov_sost_Uceb_kurs_po_programm_mikrokontrollerov_2019.pdf)>.
2. Практическое руководство по программированию STM-микроконтроллеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Торгаев [и др.]. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2015. — 111 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82855>. — Загл. с экрана.
3. ARM (архитектура) [Электронный ресурс] – Режим доступа : URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/ARM\\_\(архитектура\)/](http://ru.wikipedia.org/wiki/ARM_(архитектура)).
4. STM32F4DISCOVERY, Отладочный комплект на базе STM32F407VGT6 ARM CortexM4-F [Электронный ресурс] – Режим доступа : URL: <http://www.chipdip.ru/product/stm32f4discovery/>.

#### Дополнительная литература:

5. 5. STM32F4 GPIO tutorial [Электронный ресурс] – Режим доступа : URL: <http://eliaselectronics.com/stm32f4tutorials/stm32f4-gpio-tutorial/>.
6. 6. STM32F4: PWM [Электронный ресурс] – Режим доступа : URL: <http://amarkham.com/?p=37>.
7. 7. STM32F4: INTERRUPT TIMER [Электронный ресурс] – Режим доступа : URL: <http://amarkham.com/?p=29>. – Загол. с экрана. (описание работы с прерываниями таймера)

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

#### Электронные ресурсы (дополнение списка литературы)

1. GNU Tools for ARM Embedded Processors [Электронный ресурс] – Режим доступа : URL: <https://launchpad.net/gcc-arm-embedded/+download..> (средства для компиляции)
2. Практическое руководство по программированию STM-микроконтроллеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Н. Торгаев [и др.]. — Электрон. дан. — Томск : ТПУ, 2015. — 111 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/82855>. — Загл. с экрана.
3. Программирование STM32F4. USART. Пример программы. [Электронный ресурс] – Режим доступа : URL: <http://microtechnics.ru/programmirovanie-stm32f4-usart-primer-programmy/>.
4. Микроконтроллеры AVR. UART. Использование прерываний. [Электронный ресурс] – Режим доступа : URL: <http://microtechnics.ru/mikrokontrollery-avr-uart-ispolzovanie-preryvanij/>.
5. STM32 ADC Примеры использования. Шаг 1 [Электронный ресурс] – Режим

доступа : URL: <http://mycontroller.ru/stm32-adc-primeryi-ispolzovaniya-shag-1/>.

### Ресурсы Интернет

1. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
3. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>  
[www.affp.mics.msu.su](http://www.affp.mics.msu.su)

7.	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ»	Собственная электронная библиотека учебных и научных электронных изданий, которая включает издания преподавателей БашГУ	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация в Библиотеке БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="https://elib.bashedu.ru/">https://elib.bashedu.ru/</a>
8.	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a>
9.	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Полнотекстовая БД учебных и научных электронных изданий	Авторизованный доступ по паролю из любой точки сети Интернет	Регистрация из сети БашГУ, дальнейший доступ из любой точки сети Интернет	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a>

### 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лекционных занятий используется аудиторный фонд физико-технического института. Для проведения лабораторных работ используются программы STM32 CubeMX и Atollic TrueStudio.

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория (415 кабинет)	Лекции	Доска, учебная мебель, проектор

<p>Аудитория 414 (физико-технического корпус учебное)</p>	<p>Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа</p>	<p>Учебная мебель, доска аудиторная, моноблок ThinkCentre (12 шт)          Программное обеспечение:          1. Windows 8 Russian; Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензия-OLP NL Academic Edition. Бессрочная.          2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор №114 от 12.11.2014 г.. Лицензия-OLP NL Academic Edition. Бессрочная.          3. STM32 CubeMX. Фирменная программа STM. Распространяется бесплатно.          4. Atollic TrueStudio. Фирменная программа STM. Распространяется бесплатно.</p>
<p>Читальный зал №2 (корпус физмата, 2 этаж).</p>	<p>Помещения для самостоятельной работы:</p>	<p>Научный и учебный фонд, научная периодика, Wi-Fi доступ для мобильных устройств, неограниченный доступ к ЭБС и БД; количество посадочных мест – 50.</p>

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Объектно-ориентированное программирование на 1 семестре  
 (наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины		
			1 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144		
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:			55,7
лекций			18
практических/ семинарских			-
лабораторных			36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)			1,7
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)			<u>61,3</u>
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)			27

Форма(ы) контроля:  
 экзамен 1 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<b>Модуль 1. Общие сведения о ядрах ARM и STM32. Основы языка СИ для микроконтроллеров STM32</b>	6		8	20			
1.	Вычислительные ядра семейства Cortex - A, R и M. Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4. Структура программы на языке СИ для микроконтроллеров STM32. Заголовочный файл Типы данных, переменные и массивы. Ключевое слово typedef. Структуры. Функции. Объявление и определение функции. Локальные и глобальные переменные. Функция main(). Арифметические операторы. Операторы отношений и логические операторы. Оператор получения адреса &. Оператор разыменования адреса *. Указатель операций с присваиванием: *=, /=, +=, -	6		8	20	[1]: §1-11	Подготовка к лабораторной работе №1,2	Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.



<p>=, %=, &lt;&lt;=, &gt;&gt;=, &amp;=, ^=,  =.  Операции с битами (выставить, снять, инвертировать) определенный бит с помощью операций &amp;=, ^=,  = .. Оператор доступа к членам объектов. Оператор if – else. Оператор while..</p>							
<p><b>Модуль2: Основы работы со стандартной библиотекой CMSIS. Среды разработки STM32. CubeMX и Atollic TrueStudio . Библиотеки HAL.</b></p>	6		12	20			
<p>Препроцессор. Компилятор. Компоновщик Link. Назначение оператора #include, #define. Операторы организации циклов и условных переходов в СИ. Задавание в компиляторе архитектуры (набор Функциональных модулей(ФМ)), адресов и состава всех регистров ФМ) МК для которого создаётся проект. Модуль дискретного ввода/вывода GPIO. Регистры модуля дискретного ввода/вывода GPIO. Основные характеристики микроконтроллера STM32F051R8T6. Отладочная плата STM32F051DISCOVERY. Отладочная плата STM32F407DISCOVERY. Состав,</p>	6		12	20		Подготовка к лаб. работе №3,4.	Отчет по лабораторной работе. Защита лабораторной работы.

	возможности, отличия. Регистры портов. Последовательность инициализации портов. Стандартная библиотека CMSIS. Выбор среды разработки STM32. Почему используется связка CubeMX и Coocox IDE? Библиотеки HAL							
	<b>Модуль3: Основы работы с периферийными модулями STM32</b>	4		12	20			
4.	Прерывания в STM32. Работа с внешними прерываниями в STM32. Таймеры в STM32: базовые (basic timers), общего назначения (general-purpose timers), продвинутые (advanced-control timers). Структура принцип работы базового таймера Counter Register (TIMx_CNT) — счётчик Prescaler Register (TIMx_PSC) — предделитель Auto-Reload Register (TIMx_ARR) — регистр перезагрузки. Стандартная настройка тактирования. APB1, APB2, NVIC Settings. файл stm32f4xx_it.c, обработчики прерываний. Принцип работы ШИМ, сфера применения. 32-рядного ядра Cortex различных версий (в микроконтроллере, установленном на плате используется ядро Cortex-M4). Реализация ШИМ аппаратно – без кон-	4		12	21,3	[1]: §30-31 [2]:	Подготовка к лаб. работе №5,6,7	Отчеты по лабораторным работам. Защита лабораторных работ.

	<p>троллера. Реализация ШИМ с помощью микроконтроллера в STM32. Модуль захвата и сравнения + таймер регистра захвата/сравнения (capture/compare register, CCRx). Counter Register (TIMx_CNT) — счётчик. Prescaler Register (TIMx_PSC) — предделитель. Auto-Reload Register (TIMx_ARR) — регистр перезагрузки. Настройка ШИМ с помощью CubeMX, задание частоты ШИМ, изменение скважности.</p>							
	<b>Всего часов:</b>	18		36	61,3			

Рейтинг-план дисциплины  
Объектно-ориентированное программирование  
(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

специальность \_\_\_\_\_  
курс \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_, семестр \_\_\_\_\_ 1 \_\_\_\_\_

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 4: Работа с периферийными модулями STM32</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>				
1. Устный опрос	5	2	0	10
2. Выполнение лабораторной работы	10	2	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменная контрольная работа			0	10
<b>Модуль 5: Программирование работы в режиме прямого доступа в память (DMA). Операционные системы реального времени (RTOS).</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>				
1. Устный опрос	5	2	0	10
1. Выполнение лабораторной работы	10	2	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Письменная контрольная работа			0	10
Контрольная работа	1	10	0	10
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Участие в конференциях, публикация статей	10	1	0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение лабораторных занятий			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен				30

## **Форма экзаменационного билета**

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
КАФЕДРА ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

### **ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине Объектно-ориентированное программирование

Направление 03.04.03 Радиофизика

Профиль Электроника и компьютерные технологии

1. Вычислительные ядра семейства Cortex - A, R и M. Cortex-M0, Cortex-M3 и Cortex-M4.
2. Операционные системы реального времени (RTOS).