

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»


Кафедра «Вычислительная и прикладная математика»

«СОГЛАСОВАНО»

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан факультета

вычислительной техники

 Д.А. Перепелкин

« 26 » 06 2020 г.

Проректор РОПиМД

А.В. Корячко

« 26 » 06 2020 г.



Заведующий кафедрой ВПМ

 Г.В. Овечкин

« 26 » 06 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.02.02 «Программирование вычислительных систем реального времени»

Направление подготовки

09.03.04 «Программная инженерия»

Направленность (профиль) подготовки

«Программная инженерия»

Уровень подготовки

академический бакалавриат

Квалификация выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

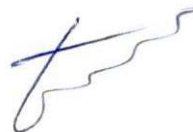
Рязань 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.04 «Программная инженерия», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 920 от 19.09.2017.

Разработчики

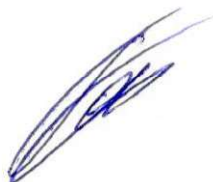
доцент кафедры  
«Вычислительная и прикладная математика»  
к.т.н., доцент



А.В. Благодаров

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Вычислительная и прикладная математика»  
11 июня 2020 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой  
«Вычислительная и прикладная математика»  
д.т.н., профессор



Г.В. Овечкин

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цель дисциплины: научить студентов создавать программное обеспечение для вычислительных систем реального времени на основе современных микроконтроллеров (МК).

Задачи дисциплины:

- познакомить студентов с основными приемами создания и отладки программ на языке Си для МК семейства 1986VE9х с использованием операционной системы реального времени (ОСРВ) Keil RTOS2;
- научить студентов работать с периферийными устройствами в составе МК.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 «Программирование вычислительных систем реального времени» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы бакалавриата направления 09.03.04 «Программная инженерия».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Алгоритмические языки и программирование», «Информатика», «Основы электроники».

Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основы структурного программирования;
- основы электроники;

уметь:

- разрабатывать алгоритмы;
- писать программы с использованием высокоуровневых языков программирования;

владеть:

- языком Си.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ПООП (при наличии) по данному направлению подготовки, а также компетенций (при наличии), установленных университетом.

Профессиональные компетенции выпускников  
и индикаторы их достижения

Категория (группа) общепрофессиональных компетенций	Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
	ПК-4. Владеет навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения	ИД-1 ПК-4 Знать: основы моделирования и формальные методы конструирования ПО. ИД-2 ПК-4 Уметь: Уметь: использовать формальные методы моделирования и конструирования ПО. ИД-3 ПК-4 Владеть: методами формализации, моделирования и конструирования ПО.
	ПК-10. Владеет навыками использования различных технологий разработки программного обеспечения.	ИД-1 ПК-10 Знать: современные технологии разработки ПО (структурное, объектно-ориентированное). ИД-2 ПК-10 Уметь: использовать современные технологии разработки ПО. ИД-3 ПК-10 Владеть: навыками использования современных технологий разработки ПО.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетные единицы (ЗЕ), 144 часа.

Объем дисциплины	Всего часов	Семестр 7
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	144	144
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	50,35	50,35
Лекции	24	24
лабораторные работы	16	16
практические занятия	8	8
иная контактная работа (ИКР)	0,35	0,35
консультация	2	2
2. Самостоятельная работа	49,3	49,3
3. Курсовой проект	-	-
4. Контроль	44,35	44,35
Вид промежуточной аттестации		Экзамен

4.2 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий  
(в академических часах)

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6	8
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>144</b>	<b>48</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>96</b>
1	Понятие микроконтроллера	6	6	4	2	
2	Операционные системы реального времени (ОСРВ)	9	4	4		5
3	Средства синхронизации задач в ОСРВ	18	8	8		10
4	Программирование периферийных устройств МК с использованием ОСРВ	66	30	8	22	36
5	Экзамен и консультации	45				45

4.3 Содержание дисциплины

4.3.1 Лекционные занятия

№ п/п	Темы лекционных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Понятие микроконтроллера	4	ПК-4, ПК-10	экзамен
2	Обзор основных подходов к построению ПО для МК	2	ПК-4, ПК-10	экзамен
3	Построение ПО на основе конечных автоматов	2	ПК-4, ПК-10	экзамен
4	Понятие операционной системы реального времени	2	ПК-4, ПК-10	экзамен
5	ОСРВ Keil RTOS2	6	ПК-4, ПК-10	экзамен
6	Обзор периферийных устройств в составе МК семейства 1986VE9x	4	ПК-4, ПК-10	экзамен
7	Программирование аналого-цифровых преобразователей с использованием ОСРВ	2	ПК-4, ПК-10	экзамен
8	Использование широтно-импульсной модуляции совместно с ОСРВ	2	ПК-4, ПК-10	экзамен

#### 4.3.2 Лабораторные занятия

№ п/п	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Знакомство с отладочной платой для микроконтроллера K1986VE92QI и средой программирования Keil $\mu$ Vision	2	ПК-4, ПК-10	защита лаб. работы
2	Работа с портами ввода-вывода общего назначения с использованием ОСРВ	2	ПК-4, ПК-10	защита лаб. работы
3	Работа с аналого-цифровым преобразователем с использованием ОСРВ	4	ПК-4, ПК-10	защита лаб. работы
4	Работа с цифро-аналоговым преобразователем с использованием ОСРВ	4	ПК-4, ПК-10	защита лаб. работы
5	Использование широтно-импульсной модуляции совместно с ОСРВ	4	ПК-4, ПК-10	защита лаб. работы
6	Использование аппаратных таймеров-счетчиков для измерения частоты импульсов совместно с ОСРВ	4	ПК-4, ПК-10	защита лаб. работы
7	Использование батарейного домена совместно с ОСРВ	4	ПК-4, ПК-10	защита лаб. работы

#### 4.3.3 Самостоятельная работа

№ п/п	Темы для самостоятельной подготовки	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Форма контроля
1	Построение ПО на основе конечных автоматов	5	ПК-4, ПК-10	экзамен
2	ОСРВ Keil RTOS2	10	ПК-4, ПК-10	экзамен
3	Программирование портов ввода-вывода общего назначения с использованием ОСРВ	6	ПК-4, ПК-10	экзамен
4	Программирование аналого-цифровых преобразователей с использованием ОСРВ	6	ПК-4, ПК-10	экзамен
5	Программирование цифро-аналоговых преобразователей с использованием ОСРВ	6	ПК-4, ПК-10	экзамен
6	Использование широтно-импульсной модуляции совместно с ОСРВ	6	ПК-4, ПК-10	экзамен
7	Использование аппаратных таймеров-счетчиков для измерения частоты импульсов совместно с ОСРВ	6	ПК-4, ПК-10	экзамен

8	Программирование батарейного домена совместно с ОСРВ	6	ПК-4, ПК-10	экзамен
---	--	---	-------------	---------

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине «Программирование вычислительных систем реального времени»).

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Основная учебная литература

1. Благодаров А.В. Программирование микроконтроллеров семейства 1986VE9x компании Миландр. – М.: Горячая линия–Телеком, 2016.– 230 с. (31 экз. в БФ РГРТУ)
2. Благодаров А.В., Владимиров Л.Л. Программирование микроконтроллеров [Электронный ресурс]: методическое пособие на основе отечественных микросхем семейства 1986VE9x разработки и производства компании "Миландр", г. Зеленоград, 2016.– Режим доступа: <https://edu.milandr.ru/upload/iblock/cbf/cbf9bd645aaf14a65f7d95fda68be0e8.pdf>.
3. Спецификация микроконтроллеров серии 1986VE9x, K1986VE9x, K1986VE92QI, K1986VE92QC, K1986VE91H4. ТСКЯ.431296.001СП. (<http://ic.milandr.ru/upload/iblock/62f/62f17032d6618f434146e71dfd034761.pdf>, дата просмотра 12.01.2019 или CD-диск к отладочному комплекту для микроконтроллера K1986VE92QI).
4. Мартин Т. Микроконтроллеры ARM7. Семейство LPC2000 компании Philips. Вводный курс. – М.: Додэка XXI, 2006.– 240 с. (6 экз. в БФ РГРТУ)
5. Мартин, Т. Микроконтроллеры ARM7. Семейство LPC2000 компании Philips. Вводный курс [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва: ДМК Пресс, 2010.– 240 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60972> . – Загл. с экрана.
- 6.2 Дополнительная учебная литература
6. Керниган Б.У., Ритчи Д.М. Язык программирования C, 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2009. – 304 с. (10 экз. в БФ РГРТУ)
7. Марченков, С.С. Конечные автоматы [Электронный ресурс] : учеб. пособие – Электрон. дан. – Москва : Физматлит, 2008. – 56 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59510> . – Загл. с экрана.
8. Микросхемы интегральные 1986VE91T, 1986VE92U, 1986VE93U. Технические условия. АЕЯР.431290.711ТУ (CD-диск к отладочному комплекту для микроконтроллера K1986VE92QI).
9. Руководство пользователя для ОСРВ Keil RTX (на англ. языке). RL-ARM User's Guide (<http://www.keil.com/support/man/docs/rlarm/>, дата просмотра 12.01.2019).
10. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника.– 2-е изд. перераб. и дополн.– СПб.: БХВ-Санкт-Петербург, 2004. – 728 с: ил. (20 экз. в БФ РГРТУ)
11. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Изд. 5-е, перераб. – М.: Мир, 1998. – 698 с. (10 экз. в БФ РГРТУ)

12. Федосеева, Л.И. Основы теории конечных автоматов и формальных языков [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.И. Федосеева, Р.М. Адилов, М.Н. Шмокин. – Электрон. дан. – Пенза : ПензГТУ, 2013. – 136 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/62703> . – Загл. с экрана.
13. Энциклопедия АСУ ТП (<http://www.bookasutp.ru/>, дата просмотра 12.01.2019).
14. Getting started building applications with RL-ARM for ARM processor-based micro-controllers. ([http://www.keil.com/product/brochures/rl-arm\\_gs.pdf](http://www.keil.com/product/brochures/rl-arm_gs.pdf), дата просмотра 12.01.2019).

### 6.3 Нормативные правовые акты

### 6.4 Периодические издания

### 6.5 Методические указания к практическим занятиям/лабораторным занятиям

1. Благодаров А.В. Программирование микроконтроллеров семейства 1986VE9x компании Миландр. – М.: Горячая линия–Телеком, 2016.– 230 с. (31 экз. в БФ РГРТУ)

### 6.6 Методические указания к курсовому проектированию (курсовой работе) и другим видам самостоятельной работы

Изучение дисциплины «Программирование вычислительных систем реального времени» проходит в течение одного семестра. Основные темы дисциплины осваиваются в ходе аудиторных занятий, однако важная роль отводится и самостоятельной работе студентов.

Самостоятельная работа включает в себя следующие этапы:

- изучение теоретического материала (работа над конспектом лекции);
- самостоятельное изучение дополнительных информационных ресурсов (доработка конспекта лекции);
- выполнение заданий текущего контроля успеваемости (подготовка к лабораторной работе);
- итоговая аттестация по дисциплине (подготовка к экзамену).

Работа над конспектом лекции: лекции – основной источник информации по предмету, позволяющий не только изучить материал, но и получить представление о наличии других источников, сопоставить разные способы решения задач и практического применения получаемых знаний. Лекции предоставляют возможность «интерактивного» обучения, когда есть возможность задавать преподавателю вопросы и получать на них ответы. Поэтому рекомендуется в день, предшествующий очередной лекции, прочитать конспекты двух предшествующих лекций, обратив особое внимание на содержимое последней лекции.

Подготовка к лабораторной работе: состоит в теоретической подготовке (изучение конспекта лекций, методических указаний к данной лабораторной работе и дополнительной литературы) и выполнении индивидуального задания. Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчета. Требования к форме и содержанию отчета приведены в методических указаниях к лабораторным работам или определяются преподавателем на первом занятии.

Важным этапом является защита лабораторной работы. В процессе защиты студент отвечает на вопросы преподавателя, касающиеся теоретического материала, относящегося к данной работе, и проекта, реализующего его задание, комментирует полученные в ходе



работы результаты. При подготовке к защите лабораторной работы рекомендуется ознакомиться со списком вопросов по изучаемой теме и попытаться самостоятельно на них ответить, используя конспект лекций и рекомендуемую литературу.

Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, интернет-ресурсов: этот вид самостоятельной работы студентов особенно важен в том случае, когда одну и ту же задачу можно решать различными способами, а на лекции изложен только один из них. Кроме того, рабочая программа предполагает рассмотрение некоторых относительно несложных тем только во время самостоятельных занятий, без чтения лектором.

Подготовка к экзамену: основной вид подготовки – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании» (примеры к теории, выведение одних закономерностей из других и т.д.). Надо также правильно распределить силы, не только готовясь к самому экзамену, но и позаботившись о допуске к нему (это хорошее посещение занятий, выполнение в назначенный срок лабораторных работ).

## **7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Электронно-библиотечная система «Лань». – Режим доступа: с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks». – Режим доступа: с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети Интернет по паролю. – URL: <http://iprbookshop.ru/>.
3. Электронная библиотека РГРТУ. – Режим доступа: с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <http://weblib.rrtu/eps>.
4. Национальный открытый университет ИНТУИТ. – URL: <http://www.intuit.ru/>.
5. Миландр. Образование. Учебные материалы. – URL: <https://edu.milandr.ru/library/>.

## **8. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

На каждом персональном компьютере (как для студентов, так и для преподавателя) в учебной лаборатории должно быть установлено следующее программное обеспечение:

1. Система программирования Keil  $\mu$ Vision MDK-Lite версии 4.72 или выше (пробная бесплатная версия, <https://www.keil.com/demo/eval/arm.htm>, дата просмотра 10.01.2019).
2. Программа Windows OSCILL oscilloscope для осциллографа-приставки USB-Oscill (бесплатно, <http://oscill.com/rus/software/winosc/winoscdownl.html>, дата просмотра 10.01.2019).
3. Операционная система Microsoft Windows 7 (предоставлена в соответствии с академической программой Microsoft DreamSpark).
4. Драйверы для программатора-отладчика MT-Link и цифрового осциллографа-приставки USB-Oscill (бесплатно, входят в комплект поставки).

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения лекций и лабораторных работ необходима учебная лаборатория, оборудованная рабочими местами студентов (одно рабочее место на бригаду из двух студентов) и рабочим местом преподавателя.

Рабочее место студента должно содержать следующее оборудование:

- персональный компьютер;
- отладочный комплект для микроконтроллера K1986BE92QI производства фирмы АО «ПКК Миландр»

[http://ic.milandr.ru/products/programmno\\_otladochnye\\_sredstva/otladochnye\\_komplekty/otladochnyy\\_komplekt-dlya-mikrokontrollera-k1986ve92qi/](http://ic.milandr.ru/products/programmno_otladochnye_sredstva/otladochnye_komplekty/otladochnyy_komplekt-dlya-mikrokontrollera-k1986ve92qi/) , дата просмотра 09.01.2019);

- программатор-отладчик MT-Link производства фирмы «MT-Систем»

(<http://www.mt-system.ru/news/mt-sistem/otladochnye-platy-ot-kompanii-mt-sistem> , дата просмотра 09.01.2019) или его аналог;

- цифровой осциллограф-приставка USB-Oscill (<http://oscill.com/>, дата просмотра 09.01.2019) или его аналог;
- цифровой мультиметр М-838 или аналогичный;
- модуль с четырьмя разноцветными светодиодами;
- потенциометр 22 кОм с проводами для подключения к отладочной плате;
- лампа накаливания 3,5...6,3 В, 0,2...0,5 А с транзисторным ключом и проводами для подключения к отладочной плате.

Рабочее место преподавателя должно содержать:

- персональный компьютер;
- проектор или плазменную панель.