

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Порохня Андрей Алексеевич

Должность: И.о. директора института перспективной инженерии

Дата подписания: 19.06.2026 16:38:42

Уникальный программный ключ:

990bea3aeec48c23bd8699e48288f8d1960c600

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора института
перспективной инженерии

_____ А.А.Порохня

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Программирование встроенных систем и микроконтроллеров

Направление подготовки/специальность
Направленность (профиль)/специализация

09.03.04 Программная инженерия
Инженерия сложных программных
систем

Год начала обучения

2026

Форма обучения

очная

Реализуется в семестрах

5

Разработано

Доцент межинститутской базовой кафедры
департамента цифровых, робототехнических
систем и электроники

(должность разработчика)

_____ Ф.В. Самойлов

Ф.И.О.

Ставрополь 2026 г.

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель дисциплины являются формирование у студентов профессиональных компетенций, основанных на глубоком овладении технологий проектирования и программирования сложных систем, включая робототехнические комплексы и автономные системы управления.

Задачи освоения дисциплины:

1. Изучить архитектуру микроконтроллеров (AVR), систему памяти, тактирования и периферийные устройства.
2. Освоить программирование портов ввода-вывода, регистров DDR, PORT, PIN, работу с кнопками и светодиодами.
3. Научиться разрабатывать программы на C/C++ для микроконтроллеров, компилировать их и прошивать с помощью программатора.
4. Изучить принципы управления двигателями с использованием ШИМ и драйверов.
5. Освоить подключение и обработку сигналов аналоговых и цифровых датчиков (освещенности, расстояния).
6. Изучить теорию и реализацию ПИД-регулятора для систем с обратной связью.
7. Научиться программировать алгоритмы движения робота: по линии, трассировке, навигации и объезду препятствий.
8. Освоить методы отладки и программирования микроконтроллеров в среде WinAVR

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Программирование встроенных систем и микроконтроллеров» относится к дисциплинам части обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений).

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-3 — Владеет навыками разработки программного обеспечения	ИД-1 ПК-3 Пишет программный код на языках Java, Python, C++ в соответствии с требованиями	Разрабатывает на языке C/C++ программы для микроконтроллеров AVR (ATtiny2313) с использованием регистров портов, таймеров и обработки данных с датчиков.

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
	ИД-2 ПК-3 Применяет паттерны проектирования GoF	Применяет при программировании микроконтроллеров структурные и поведенческие паттерны (например, конечный автомат, шаблон «состояние») для организации алгоритмов управления роботом и обработки ошибок.
	ИД-3 ПК-3 Разрабатывает веб-приложения (бэкенд на Spring Boot, фронтенд на React)	<i>Данный индикатор не формируется в рамках дисциплины (специфика микроконтроллеров не предполагает веб-разработки).</i>
	ИД- 4 ПК-3 Работает с системами контроля версий (Git) и системами управления задачами (Jira)	Использует системы контроля версий Git для хранения версий прошивок микроконтроллеров и совместной разработки в команде.
ПК-5 Способен осуществлять сопровождение, настройку, развертывание и эксплуатацию ПО	ИД-3 ПК-5 Настраивает CI/CD пайплайны (GitHub Actions / GitLab CI)	Организует автоматическую сборку и тестирование прошивок микроконтроллеров с использованием CI/CD (например, компиляция avr-gcc и проверка кода).

4. Объем учебной дисциплины (модуля) и формы контроля *

Объем занятий: всего: 3 з.е. 108 акад.ч.	ОФО, в акад. часах
--	-----------------------

Контактная работа:	36
Лекции/из них практическая подготовка	18
Лабораторных работ/из них практическая подготовка	18
Практических занятий/из них практическая подготовка	
Самостоятельная работа	72
Формы контроля	
Экзамен	
Зачет	
Зачет с оценкой	±
Расчетно-графические работы	
Курсовые работы	
Контрольные работы	

* Дисциплина (модуль) предусматривает применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (если иное не установлено образовательным стандартом)

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием количества часов и видов занятий

№	Раздел (тема) дисциплины и краткое содержание	Формируемые компетенции, индикаторы	очная форма			
			Контактная работа обучающихся с преподавателем /из них в форме практической подготовки, часов			Самостоятельная работа, часов
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	

1	Тема 1. Архитектура микроконтроллеров и принципы работы встроенных систем Определение встроенной системы и области применения. Обобщенная структура микроконтроллера: CPU, память (Flash, SRAM, EEPROM), шины. Принципы работы: тактирование, выборка команд, выполнение программы. Сравнение микроконтроллера и микропроцессора. Примеры семейств (AVR, ARM, PIC).	ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-3 _{ПК-3} ИД-4 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-5}	2		2	9
2	Тема 2. Порты ввода-вывода и работа с периферией Регистры DDRx, PORTx, PINx. Настройка выводов на вход и выход. Подтягивающие резисторы. Подключение светодиодов и кнопок. Чтение цифровых датчиков. Защита входов от помех и дребезг контактов.	ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-3 _{ПК-3} ИД-4 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-5}	2		2	9
3	Тема 3. Программирование на C/C++ для микроконтроллеров Особенности C для встраиваемых систем (без ОС, прямые адреса). Работа с регистрами через макросы и указатели. Функции задержки и их ограничения. Организация бесконечного цикла while(1). Использование библиотек (avr/io.h, util/delay.h). Компиляция, компоновка, получение HEX-файла.	ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-3 _{ПК-3} ИД-4 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-5}	2		2	9
4	Тема 4. Управление двигателями и ШИМ (PWM) Типы двигателей: коллекторные, сервоприводы. Принцип ШИМ (широтно-импульсной модуляции). Аппаратные таймеры в режиме PWM. Регулировка скорости и направления вращения. Драйверы двигателей (H-мост). Подключение моторов к микроконтроллеру.	ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-3 _{ПК-3} ИД-4 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-5}	2		2	9

5	Тема 5. Аналоговые и цифровые сенсоры. АЦП Виды датчиков: освещенности, расстояния, звука. Аналоговый сигнал и его оцифровка. АЦП микроконтроллера: разрядность, опорное напряжение. Подключение датчика линии (светодиод + фототранзистор). Калибровка и фильтрация показаний.	ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-3 _{ПК-3} ИД-4 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-5}	2		2	9
6	Тема 6. Таймеры-счетчики. Организация точных задержек и измерений Режимы работы таймеров: счетчик, таймер, СТС. Формирование точных временных интервалов. Захват и сравнение. Использование таймеров вместо <code>_delay_ms()</code> . Измерение скорости и длительности событий.	ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-3 _{ПК-3} ИД-4 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-5}	2		2	9
7	Тема 7. ПИД-регулятор: теория и реализация на микроконтроллере Понятие ошибки, обратной связи, заданного значения. П, И, Д составляющие: формулы и смысл. Влияние коэффициентов K_p , K_i , K_d на поведение системы. Перерегулирование, устойчивость, колебания. Реализация PID на C без плавающей запятой. Методы настройки (метод проб и ошибок, Циглера-Николса).	ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-3 _{ПК-3} ИД-4 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-5}	2		2	9

8	Тема 8. Средства разработки и программирование микроконтроллеров Инструментальные цепочки: компиляторы (avr-gcc), линкеры. Среда разработки (IDE) для МК. Программаторы: LPT, USBasp, JTAG. Процесс прошивки: чтение/запись Flash, EEPROM. Конфигурационные fuse-биты и lock-биты. Отладка через UART и светодиоды.	ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-3 _{ПК-3} ИД-4 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-5}	2		2	9
9	Тема 9. Прикладные алгоритмы: навигация, объезд препятствий, обработка данных Алгоритм движения по линии (релейный, PID). Правила прохождения лабиринта (правило правой/левой руки, алгоритм Люка-Тремо). Обнаружение препятствий с помощью ультразвука и ИК-датчиков. Простейшая навигация: одометрия, повороты, расчет пройденного пути. Обработка данных с цифровой камеры (обзорно). Глобальная и локальная навигация.	ИД-1 _{ПК-3} ИД-2 _{ПК-3} ИД-3 _{ПК-3} ИД-4 _{ПК-3} ИД-1 _{ПК-5}	2		2	9
Итого за 5 семестр			18		18	72
ИТОГО			18		18	72

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (модулю) базируется на перечне осваиваемых компетенций с указанием индикаторов. ФОС обеспечивает объективный контроль достижения запланированных результатов обучения. ФОС включает в себя:

- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций (включаются в методические указания по тем видам работ, которые предусмотрены учебным планом и предусматривают оценку сформированности компетенций);
- типовые оценочные средства, необходимые для оценки знаний, умений и уровня сформированности компетенций.

ФОС является приложением к данной программе дисциплины (модуля).

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Приступая к работе, каждый студент должен принимать во внимание следующие положения.

Дисциплина (модуль) построена по тематическому принципу, каждая тема

представляет собой логически завершённый раздел.

Лекционный материал посвящён рассмотрению ключевых, базовых положений курсов и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную работу студентов.

Лабораторные работы направлены на приобретение опыта практической работы в соответствующей предметной области.

Самостоятельная работа студентов направлена на самостоятельное изучение дополнительного материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, а также выполнения всех видов самостоятельной работы.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо выполнить все виды самостоятельной работы, используя рекомендуемые источники информации.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1.1. Перечень основной литературы:

1. Белов А. В. Микроконтроллеры AVR. От азов программирования до создания практических устройств. — Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2020. — 544 с.: ил. (актуальное практическое руководство по AVR с примерами на C и Ассемблере).
2. Мортон Дж. Микроконтроллеры AVR: вводный курс / Дж. Мортон. — Москва: ДМК-пресс, 2023. — 272 с. (переводное практическое руководство, рассматривающее 16 проектов, включая серию Tiny) .
3. Чикалов А.Н. Микроконтроллеры. Управление цифровыми портами AVR: методические указания к лабораторным и практическим занятиям. — Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал МТУСИ, 2024. — 29 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART (доступ через вуз)

8.1.2. Перечень дополнительной литературы:

1. Вдовиченко В. В. Программирование микропроцессорных контроллеров: учебное пособие для СПО. — Санкт-Петербург: Лань, 2026. — 208 с. — ISBN 978-5-507-53855-3 (рассматривает программирование AVR и Arduino) .
2. Белов А. В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR. — Санкт-Петербург: Наука и Техника, 2008. — 1 CD. (содержит AVR Studio, GCC, PonyProg и обучающие видеоролики) .
4. Евстифеев А. В. Микроконтроллеры AVR семейства Tiny. Руководство пользователя. — М.: Издательский дом «Додека XXI», 2007. — 432 с.: ил. С. 9–77.
5. Гребнев В. В. Микроконтроллеры семейства AVR фирмы Atmel. — М.: ИП РадиоСофт, 2002. — 176 с.: ил. С. 9–23.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Программирование встроенных систем и микроконтроллеров» (приведённый в вопросе файл — основной источник).
2. Техническая документация (Datasheet) на микроконтроллер ATtiny2313 на русском и английском языках (переводы доступны на сайте «Русские даташиты»).
3. Примеры программ и шаблоны проектов для WinAVR и AVR Studio (из состава методического комплекта).
4. Видеоинструкции по настройке программатора PonyProg и калибровке

интерфейса (доступны в открытых источниках).

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронная библиотека СКФУ (внутривузовский ресурс): <http://www.ncfu.ru/nauchnaya-biblioteka-skfu.html> — доступ к учебным пособиям.
2. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART (лицензионный доступ через вуз): <https://www.iprbookshop.ru/> — содержит актуальную литературу по AVR.
3. Электронно-библиотечная система «Лань» (лицензионный доступ): <https://e.lanbook.com/> — учебники и пособия для СПО и вузов.
4. Русскоязычное сообщество по AVR (неофициальный, но широко используемый ресурс): <http://www.easyelectronics.ru/> — статьи, примеры кода, форум.
5. Сайт для поиска технической документации (законно доступен): <http://www.alldatasheet.com/> — официальные даташиты на ATtiny2313 и другие МК на английском языке.
6. Роботы и робототехника (образовательный портал): <http://www.prorobot.ru/> — обзоры алгоритмов (PID, движение по линии).

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

При чтении лекций используется компьютерная техника, демонстрации презентационных мультимедийных материалов. На семинарских и практических занятиях студенты представляют презентации, подготовленные ими в часы самостоятельной работы.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочные и информационно-правовые системы, используемые при изучении дисциплины:

1. Техническая документация Microchip (Atmel) <https://www.microchip.com/> (официальный сайт производителя, доступ свободный).
2. Справочная система по языку C/C++ (cppreference.com) - открытый ресурс.

Программное обеспечение:

1. WinAVR (AVR GCC + AVR Libc + Programmer's Notepad) — свободный пакет для разработки под AVR на C/C++ (лицензия GPL).
2. PonyProg — бесплатный программатор для AVR (лицензия freeware).
3. AVR Studio 4 / Atmel Studio 7 (бесплатная версия от Microchip) — официальная среда разработки, доступная для скачивания.
4. QReal / Robolab (образовательные среды для начального программирования роботов) — распространяются бесплатно.
5. Git for Windows (система контроля версий, свободное ПО).
6. Wireshark / PuTTY (утилиты для отладки последовательных интерфейсов).

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Лабораторные ¹ занятия	Аудитория оборудована учебной мебелью на 38 посадочных мест, доской магнитно-маркерной, мультимедийным оборудованием (проектором, доской магнитно-маркерной).
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащенная мультимедийным оборудованием и техническими средствами обучения.
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и возможностью доступа к электронной информационно-образовательной среде университета
Практическая подготовка	Осуществляется в структурных подразделениях университета и (или) в организациях, осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы, в том числе ее структурном подразделении

11. Особенности освоения дисциплины (модуля) лицами с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а также в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

- 1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
 - присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
 - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
 - индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
 - при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;
- 2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

¹ Перечень лабораторий используемых в учебном процессе представлен <https://www.ncfu.ru/sveden/objects/>

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- 3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
 - по желанию студента задания могут выполняться в устной форме.

12. Особенности реализации дисциплины с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

Согласно части 1 статьи 16 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» под *электронным обучением* понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников. Под *дистанционными образовательными технологиями* понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Реализация дисциплины может быть осуществлена с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения полностью или частично. Компоненты УМК дисциплины (рабочая программа дисциплины, оценочные и методические материалы, формы аттестации), реализуемой с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения, содержат указание на их использование.

При организации образовательной деятельности с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения могут предусматриваться асинхронный и синхронный способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

При применении дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в расписании по дисциплине указываются: способы осуществления взаимодействия участников образовательных отношений посредством информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (ВКС-видеоконференцсвязь, ЭТ – электронное тестирование); ссылки на электронную информационно-образовательную среду СКФУ, на образовательные платформы и ресурсы иных организаций, к которым предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет»; для синхронного обучения - время проведения онлайн-занятий и преподаватели; для асинхронного обучения - авторы онлайн-курсов.

При организации промежуточной аттестации с применением дистанционных образовательных технологий и электронного обучения используются Методические рекомендации по применению технических средств, обеспечивающих объективность результатов при проведении промежуточной и государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата,

программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий (Письмо Минобрнауки России от 07.12.2020 г. № МН-19/1573-АН "О направлении методических рекомендаций").

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется с использованием электронной информационно-образовательной среды СКФУ, к которой обеспечен доступ обучающихся через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», или с использованием ресурсов иных организаций, в том числе платформ, предоставляющих сервисы для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения (Bigbluebutton, Microsoft Teams, а также с использованием возможностей социальных сетей для осуществления коммуникации обучающихся и преподавателей.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины, реализуемой с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, включает представленные в электронном виде рабочую программу, учебно-методические пособия или курс лекций, методические указания к выполнению различных видов учебной деятельности обучающихся, предусмотренных дисциплиной, и прочие учебно-методические материалы, размещенные в информационно-образовательной среде СКФУ.