Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
к.т.н. Стрельцов С. А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.т.н. Стрельцов С. А.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Встраиваемые системы

Образовательная программа: 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи , магистерская программа: Телекоммуникации

Курс: 1, семестр : 2

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**2**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	5
2	Всего часов	180
3	Всего занятий в контактной форме, час.	60
4	Лекции, час.	34
5	Практические занятия, час.	16
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	8
8	из них практической подготовки, час.	18
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	8
11	Самостоятельная работа, час.	120
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	3

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ФГОС введен в действие приказом №958 от 22.09.2017 г. , дата утверждения: 09.10.2017 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

РПиРПУ, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Степанов М. А.

Ответственный за образовательную программу:

профессор Спектор А. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-5/НА Способен организовывать и проводить экспериментальные испытания с целью оценки и улучшения качества предоставляемых услуг связи, соответствия требованиям технических регламентов, международных и национальных стандартов и иных нормативных документов
	ПК-5/НА. 1 Знает основы архитектуры, устройства и функционирования вычислительных систем; принципы организации, состав и схемы работы операционных систем, стандарты информационного взаимодействия систем
	ПК-5/НА. 3 Умеет рассчитывать показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций / Результаты обучения	Формы организации занятий
ПК-5/НА. 1 Знает основы архитектуры, устройства и функционирования вычислительных систем; принципы организации, состав и схемы работы операционных систем, стандарты информационного взаимодействия систем	
о роли встраиваемых систем как универсального инструментального базиса для автоматизации сбора и первичной обработки экспериментальных данных в научных исследованиях	Лекции; Самостоятельная работа
о принципах организации полного цикла технической разработки программно-аппаратного комплекса: от постановки исследовательской задачи до создания прототипа на базе открытых микроконтроллерных платформ	Лекции; Самостоятельная работа
о системном подходе к выбору архитектуры микроконтроллера и периферийных интерфейсов (UART, SPI), адекватных целям конкретного эксперимента или технологического процесса	Лекции; Самостоятельная работа
о многообразии современных сред проектирования и отладки, используемых для верификации алгоритмов управления и логирования данных в популярных операционных системах (Windows/Linux)	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
о методиках документирования результатов технической разработки, включая чтение datasheet и оформление программного кода в соответствии со стандартами, принятыми в инженерной практике	Лекции; Самостоятельная работа
методики низкоуровневого программирования (язык C/C++), обеспечивающие прямое взаимодействие с регистрами ввода-вывода, АЦП и таймерами-счетчиками для прецизионного управления объектами исследования	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
алгоритмические основы обработки сигналов в реальном времени, включая принципы фильтрации данных, подавления дребезга контактов и реализации ПИД-регуляторов на микроконтроллерных платформах.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
принципы организации обмена данными между целевым устройством и ПК верхнего уровня для визуализации результатов научного эксперимента или состояния технологических процессов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
состав и назначение инструментальных средств разработки, включая компиляторы, компоновщики и аппаратные отладчики (JTAG/SWD), необходимых для проведения отладки и верификации технических решений	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
методы энергоэффективного программирования и обработки прерываний, критически важные при создании автономных исследовательских установок и распределенных сенсорных сетей	Лекции; Самостоятельная работа

ПК-5/НА. 3 Умеет рассчитывать показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств	
разрабатывать стратегию автоматизированных измерений параметров радиотехнических трактов (АЧХ, коэффициент шума, уровень сигнала) с использованием программируемых микроконтроллерных модулей в качестве управляющего ядра стенда	Самостоятельная работа
формировать методологию программно-аппаратного взаимодействия при исследовании приемопередающих устройств, реализуя протоколы управления (SPI, UART) синтезаторами частот, аттенюаторами и усилителями	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
создавать и отлаживать управляющие алгоритмы реального времени для систем фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и цифровой фильтрации сигналов, регистрируемых в ходе радиофизического эксперимента	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
применять инструментальные средства программирования и отладки для верификации методологии исследования: визуализировать и протоколировать данные с радиоизмерительного оборудования, интегрируя их в единую среду сбора данных (ПК верхнего уровня)	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 2					
Дидактическая единица: Основы встраиваемых систем и их элементная база					
1. Введение в встраиваемые системы. Введение в предмет, классификация и области применения.	2	0	0	ПК-5/НА.1	Посещение лекций. Проработка конспекта лекций в семестре.
2. Микроконтроллеры и процессоры. Архитектура микроконтроллеров. Сравнение архитектур микроконтроллеров и микропроцессоров. Популярные семейства микроконтроллеров и их особенности. Разработка программного обеспечения для микроконтроллеров.	2	0	0	ПК-5/НА.1	Посещение лекций. Проработка конспекта лекций в семестре.
3. Периферийные устройства	4	0	0	ПК-5/НА.1	Посещение лекций. Проработка конспекта лекций в семестре.
4. Память в встраиваемых системах	2	0	0	ПК-5/НА.1	Посещение лекций. Проработка конспекта лекций в семестре.
10. Организация научных исследований с применением встраиваемых систем	2	0	0	ПК-5/НА.1	Посещение лекций. Проработка конспекта лекций в семестре.
Дидактическая единица: Инструментальные средства и методология разработки ПО					
5. Основы программирования встраиваемых систем (часть 1: обзор IDE, компиляторов, структура проекта)	2	0	0	ПК-5/НА.1	Посещение лекций. Проработка конспекта лекций в семестре.

6. Семинар по обзору современных IDE для ARM-микроконтроллеров и особенностям их настройки.	2	2	2	ПК-5/НА.1	Семинар по обзору современных IDE для ARM-микроконтроллеров и особенностям их настройки.
11. Кросс-компиляция и toolchain для ARM: от исходного кода до прошивки	2	0	0	ПК-5/НА.1, ПК-5/НА.3	Посещение лекций. Проработка конспекта лекций в семестре.
12. Методы и инструменты отладки встраиваемых систем	2	0	0	ПК-5/НА.1, ПК-5/НА.3	Посещение лекций. Проработка конспекта лекций в семестре.
Дидактическая единица: Низкоуровневое программирование и управление периферией					
7. Основы программирования встраиваемых систем (часть 2: работа с регистрами, прерывания)	2	0	0	ПК-5/НА.1	Посещение лекций. Проработка конспекта лекций в семестре.
8. Реализация базовых алгоритмов. Примеры простых алгоритмов и их реализация на микроконтроллерах. Алгоритмы для работы с периферийными устройствами.	6	0	0	ПК-5/НА.1, ПК-5/НА.3	Посещение лекций. Проработка конспекта лекций в семестре.
9. Углубленное изучение периферийных интерфейсов (SPI, DMA)	4	0	0	ПК-5/НА.1, ПК-5/НА.3	Посещение лекций. Проработка конспекта лекций в семестре.
13. Операционные системы реального времени (RTOS)	2	0	0	ПК-5/НА.1, ПК-5/НА.3	Посещение лекций. Проработка конспекта лекций в семестре.

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 2					
Дидактическая единица: Инструментальные средства и методология разработки ПО					
1. Make	4	4	4	ПК-5/НА.1, ПК-5/НА.3	Ознакомление с техникой компиляции программ на языке программирования C/C++ в среде ОС семейства Unix, а также получение практические навыки использования утилиты GNU make для сборки проекта.
2. QEMU	4	4	4	ПК-5/НА.1, ПК-5/НА.3	Получение практических навыков использования программного обеспечения для эмуляции аппаратного обеспечения различных платформ на примере эмулятора с открытым исходным кодом QEMU.

Дидактическая единица: Низкоуровневое программирование и управление периферией					
3. Низкоуровневое программирование GPIO	4	4	4	ПК-5/НА.1, ПК-5/НА.3	освоивает низкоуровневое программирование микроконтроллера STM32L053 на основе прямого доступа к регистрам периферии. Учится настраивать тактирование, конфигурировать порты ввода/вывода и управлять светодиодами через регистры GPIO, используя техническую документацию (Reference Manual, Datasheet).
4. Использование интерфейса SPI, библиотека BSP	4	4	4	ПК-5/НА.1, ПК-5/НА.3	знакомится с конфигурацией периферии микроконтроллера для передачи данных с использованием интерфейса SPI, изучить функции библиотеки BSP для вывода информации на графический дисплей.

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 2					
Дидактическая единица: Основы встраиваемых систем и их элементная база					
1. Изучение технической документации (datasheet) на микроконтроллер STM32L053 и отладочную плату, систематизация знаний по интерфейсам и памяти.	30	0	0	ПК-5/НА.1	Изучение технической документации (datasheet) на микроконтроллер STM32L053 и отладочную плату, систематизация знаний по интерфейсам и памяти.
Дидактическая единица: Инструментальные средства и методология разработки ПО					
2. Самостоятельная работа	20	0	0	ПК-5/НА.1, ПК-5/НА.3	Установка и настройка toolchain (gcc-arm-none-eabi, OpenOCD), освоение работы с утилитами командной строки, написание простых Makefile-ов для абстрактных проектов. Изучение материалов активностей по выбору IDE.
Дидактическая единица: Низкоуровневое программирование и управление периферией					

3. Самостоятельная работа	20	0	0	ПК-5/НА.1, ПК-5/НА.3	Разработка драйверов для конкретных периферийных устройств (датчики температуры, акселерометры) на основе документации. Моделирование работы алгоритмов до их реализации на «железе».

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Семинар по обзору современных IDE для ARM-микроконтроллеров и особенностям их настройки.	Л	Выполняет следующие виды работ:
2	Make	Пр	Выполняет следующие виды работ: - создание пограммы на языке C/C++ согласно выданному варианту с использование текстового редактора; - создание make-файла с высоким уровнем автоматизации сборки проекта утилитой make;
3	QEMU	Пр	Выполняет следующие виды работ:
4	Низкоуровневое программирование GPIO	Пр	Выполняет следующие виды работ:
5	Использование интерфейса SPI, библиотека BSP	Пр	Выполняет следующие виды работ:

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	РГЗ/Реферат	ПК-5/НА.1,ПК-5/НА.3	20	4

<table>
<tr><td colspan="5">Тема: Разработка программно-аппаратного макета системы управления или мониторинга на базе встраиваемой платформы.
Цель работы:
Приобретение практических навыков работы с микроконтроллерной платформой, включая настройку среды разработки, программирование на языке C/C++, подключение периферийных устройств (датчиков, исполнительных механизмов, устройств ввода-вывода), отладку и документирование проекта.
Основное задание:
Разработать, собрать и запрограммировать рабочий макет, выполняющий полезную функцию (например, система мониторинга параметров среды, простейший регулятор, световой индикатор состояния, управляемое устройство).

Выбрать один микроконтроллер из списка выше.
Выбрать и подключить к нему не менее одного датчика или исполнительного механизма (актуатора) из доступного набора.
Написать на языке C/C++ программный код, который реализует:
Инициализацию необходимых периферийных модулей МК (GPIO, АЦП, таймеры, UART, SPI, I2C и т.д., в зависимости от выбора).
Чтение данных с датчика или управление : Дворникова, Т. Н. Встраиваемые системы. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Т. Н. Дворникова. — Минск : БГУИР, 2023. — 160 с. — ISBN 978-985-543-703-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/479456 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Колкер А. Б. Микропроцессорные устройства автоматики : учебное пособие / А. Б. Колкер ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 71, [2] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=221194</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Подготовка к занятиям</td><td>ПК-5/НА.1</td><td>20</td><td>3</td></tr>
<tr><td colspan="5">Чтение конспекта лекций и рекомендуемой литературы: Одинец, А. И. Цифровые устройства и микроконтроллеры: практикум : учебное пособие / А. И. Одинец, Д. М. Четтер. — Омск : ОмГТУ, 2023. — 86 с. — ISBN 978-5-8149-3734-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/421589 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Дворникова, Т. Н. Встраиваемые системы. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Т. Н. Дворникова. — Минск : БГУИР, 2023. — 160 с. — ISBN 978-985-543-703-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/479456 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Подготовка к аттестации</td><td>ПК-5/НА.1</td><td>10</td><td>1</td></tr>
<tr><td colspan="5">Чтение конспекта лекций и рекомендуемой литературы, обсуждение с преподавателем вопросов, освоение которых вызвало затруднение: Одинец, А. И. Цифровые устройства и микроконтроллеры: практикум : учебное пособие / А. И. Одинец, Д. М. Четтер. — Омск : ОмГТУ, 2023. — 86 с. — ISBN 978-5-8149-3734-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/421589 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Дворникова, Т. Н. Встраиваемые системы. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Т. Н. Дворникова. — Минск : БГУИР, 2023. — 160 с. — ISBN 978-985-543-703-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/479456 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Колкер А. Б. Микропроцессорные устройства автоматики : учебное пособие / А. Б. Колкер ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 71, [2] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=221194</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Самостоятельное изучение теоретического материала</td><td>ПК-5/НА.1,ПК-5/НА.3</td><td>70</td><td>0</td></tr>
</table>

Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Одинец, А. И. Цифровые устройства и микроконтроллеры: практикум : учебное пособие / А. И. Одинец, Д. М. Четтер. — Омск : ОмГТУ, 2023. — 86 с. — ISBN 978-5-8149-3734-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/421589 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. Дворникова, Т. Н. Встраиваемые системы. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Т. Н. Дворникова. — Минск : БГУИР, 2023. — 160 с. — ISBN 978-985-543-703-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/479456 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	e-mail; Социальные сети; Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Максимальный балл
Семестр: 2	
Самостоятельное изучение теоретического материала:	
Практические занятия:	40
РГЗ/Реферат:	30
Зачет:	30

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
		Защита РГЗ/Р	Зачет
ПК-5/НА	ПК-5/НА 1. Знает основы архитектуры, устройства и функционирования вычислительных систем; принципы организации, состав и схемы работы операционных систем, стандарты информационного взаимодействия систем		+

	ПК-5/НА 3. Умеет рассчитывать показатели использования и функционирования аппаратных, программно-аппаратных и программных технических средств	+	

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Водовозов, А. М. Микроконтроллеры для систем автоматики : учебное пособие / А. М. Водовозов. — 2-е изд. — Вологда : ВоГУ, 2015. — 164 с. — ISBN 978-5-87851-599-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/93084 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Вдовиченко, В. В. Программирование микропроцессорных контроллеров : учебное пособие для вузов / В. В. Вдовиченко. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 208 с. — ISBN 978-5-507-53856-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/511864 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. 6.Артюшенко В. В. Программирование встраиваемых систем: электронный учебно-методический комплекс / В.В. Артюшенко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. – Новосибирск. – Текст : электронный // DiSpace 2 : программная платформа электронной среды обучения НГТУ. – 1994 – 2026. – URL: https://dispace.nstu.ru/course/2379 (дата обращения: 29.05.2026). – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. https://www.coursera.org/specializations/cortex-m-architecture-and-software-development Специализация Arm Cortex-M Architecture and Software Development

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Одинец, А. И. Цифровые устройства и микроконтроллеры: практикум : учебное пособие / А. И. Одинец, Д. М. Четтер. — Омск : ОмГТУ, 2023. — 86 с. — ISBN 978-5-8149-3734-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/421589 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Дворникова, Т. Н. Встраиваемые системы. Лабораторный практикум : учебно-методическое пособие / Т. Н. Дворникова. — Минск : БГУИР, 2023. — 160 с. — ISBN 978-985-543-703-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/479456 (дата обращения: 18.05.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Колкер А. Б. Микропроцессорные устройства автоматики : учебное пособие / А. Б. Колкер ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2022.- 71, [2] с. : ил.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=221194

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Программа автоматизации научно-технических вычислений MathWorks MATLAB

2 Пакет офисных программ The Document Foundation LibreOffice

3 набор компиляторов, для разработки программ на языках Си, Си++, Фортран, включая средство параллельного программирования OpenMP Free Software Foundation, Inc GCC

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс №13	Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet