

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Факультет инновационных технологий

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

С. В. Шидловский

Рабочая программа дисциплины

Встраиваемые системы

по направлению подготовки / специальности

09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

Программное и аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер - программист

Инженер - разработчик

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

С.В. Шидловский

Председатель УМК

О.В. Вусович

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-2 Способен интегрировать алгоритмическое обеспечение в бортовые аппаратные средства БАС.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОПК-2.1 Знает принципы интегрирования алгоритмическое обеспечение в бортовые аппаратные средства БАС

РОПК-2.2 Умеет осуществлять реализацию устройств управления на аппаратном уровне

РОПК-2.3 Умеет осуществлять реализацию алгоритмов работы нейронных сетей на бортовых вычислителях

РОПК-2.4 Умеет осуществлять реализацию алгоритмов обработки изображений на бортовых вычислителях

РОПК-2.5 Умеет осуществлять реализацию и отладку готового алгоритма на микропроцессорной технике

2. Задачи освоения дисциплины

– Освоить аппарат вычислительной техники.

– Научиться применять технологии микропроцессорной техники и цифрового дизайна аппаратных средств для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, является обязательной для изучения.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Пятый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Математика, Дискретная математика, Электротехника, Программирование, Моделирование систем.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 6 ч.

-лабораторные: 52 ч.

в том числе практическая подготовка: 50 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Микропроцессоры и микроконтроллеры

Введение во встроенные системы. Применение встроенных систем. Введение в компьютерные архитектуры - Архитектура Фон Неймана и Гарварда. Архитектура компьютера: Микропроцессоры и микроконтроллеры. Intel 8051 и 8056.

Тема 2. RISC, ARM - Архитектуры микропроцессора
Архитектура; Наборы инструкций процессора; Конвейерная обработка; Современные микропроцессоры. Современные приложения встраиваемых систем. IoT.

Тема 3. Асинхронная передача информации от микропроцессора в IDE
Структурная схемотехника реализации UART, Применение во встраиваемых системах, использования для отладки программ совместно с IDE

Тема 4. Интерфейсы связи с устройствами: SPI, IIC.
Принципы построения синхронных последовательных интерфейсов; адресация устройств; знакомство с устройствами расширения встраиваемых систем.

Тема 5. Таймеры в микропроцессорных устройствах
Принцип работы и взаимодействие таймеров с микропроцессорами, аппаратные счетчики импульсов, измерители частоты, широтно-импульсное моделирование (ШИМ), управление трехфазными двигателями.

Тема 6. Подключение устройств к шине IIC
Подключение устройств расширения GPIO, внешних таймеров, ШИМ и других устройств.

Тема 7. Одноплатные компьютеры Raspberry, Orange
Структура одноплатного компьютера, Описание внешних портов: GPIO, PWM, IIC, SPI и др.

Тема 8. Язык Python, синтаксис, применение на linux
Структура языка. Методы построения скриптов и приложений. Работа в терминале по протоколу SSH.

Тема 9. Подключение измерительных и исполнительных устройств к GPIO в приложениях Python.
Система построения библиотек в Python; принципы подготовки и компиляции библиотек для приложений Python.

Тема 10. Методы реализации динамических элементов в замкнутых системах управления
Дискретное преобразование; билинейное преобразование, разностные уравнения, программирование структурных схем.

Тема 11. Разработка программируемых логических интегральных схем
Структура программируемых логических интегральных схем, принцип работы, область применения, методы программирования.

Тема 12. Инструменты программирования ПЛИС Intel Quartus, Modelsim и SystemVerilog
Среда программирования ПЛИС, Современные IDE для программирования ПЛИС.

Перечень практических работ:

1. Введение в Arduino и его производные. Введение в Autodesk Tinkercad.
2. Применение исполнительных механизмов.
3. Применение датчиков.
4. Интеграция датчиков и исполнительных механизмов.
5. Часы и ШИМ.
6. Введение в Raspberry Pi.
7. Встроенный Python.
8. Платформы для управления Raspberry Pi по вычислительной сети.
9. Введение в Intel Quartus, Modelsim и SystemVerilog.
10. Проектирование ПЛИС.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости лекционных занятий, проведения тестов по лекционному материалу, контроля выполнения практических заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценивание текущего контроля осуществляется по балльно-рейтинговой системе согласно таблице 1.

Таблица 1 - Балльно-рейтинговая система оценивания

Форма контроля	Максимальный балл, ед.
Посещаемость лекционных занятий	8
Тестирование по лекционному материалу	12
Выполнение практических заданий	40
Итого:	60

Критерии оценивания по каждой форме контроля приведены в таблицах 2-4.

9.1. Посещаемость

Преподавателем фиксируется физическое присутствие/отсутствие студента на проводимом лекционном занятии.

Таблица 2 - Критерии оценивания посещаемости

Характеристика посещаемости, час	Оценка в баллах, ед.
2	0.5

9.2. Тестирование по лекционному материалу

Тестовые задания предусматривают закрепление теоретических знаний, полученных студентом во время занятий по данной дисциплине. Их назначение – углубить знания студентов по отдельным вопросам, систематизировать полученные знания, выявить умение проверять свои знания в работе с конкретными материалами. При подготовке к решению тестовых заданий рекомендуется повторить материалы по пройденным темам.

Выполнение тестового задания студентом проводится в системе «Электронный университет – iDO» на практическом занятии в компьютерном классе. Тестовое задание может содержать в себе от 5 до 6 вопросов с перечнем для выбора ответа, либо с открытым ответом. Для ответа на каждый вопрос тестового задания отводится не более 2 минут.

Таблица 3 - Критерии оценивания теста

Правильный ответ, шт.	Оценка в баллах, ед.
1	2

9.3. Выполнение практических заданий

Главная цель выполнения практического задания заключается в выработке у студента практических умений, связанных с обобщением и интерпретацией тех или иных научных материалов. Кроме того, ожидается, что результаты выполнения практических заданий будут впоследствии использоваться учащимся для освоения новых тем.

При подготовке к выполнению практического задания необходимо повторить лекции, по теме выполняемого задания. Предполагается также использование рекомендованной литературы.

Далее следует изучить содержание практического задания, выданного преподавателям, в том числе последовательность выполнения работы.

В результате выполнения практического задания необходимо оформить отчет в соответствии с «Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых работ, научно-исследовательских работ, рефератов и отчетов по практикам», принятыми на Факультете инновационных технологий. Ссылка на актуальную версию методических указаний, размещенных на сайте факультета, выдается преподавателем на первом практическом занятии. Оформленный отчет отражает ход выполнения и решение практического задания.

Оценка выполнения практического задания студентом производится в виде защиты выполненной работы, при устном опросе преподавателя и проверке им отчета. Во время устного опроса преподаватель задает студенту уточняющие вопросы о ходе выполнения практического задания.

Таблица 4 - Критерии оценивания практического задания

Характеристика выполнения задания	Оценка в баллах, ед.
Работа выполнена полностью и в срок. Студент владеет теоретическим материалом, способен детально описать ход выполнения работы. Отчет выполнен полностью в соответствии с предъявляемыми требованиями.	4
Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, может объяснить ход работы, допуская незначительные ошибки в теоретической части. Отчет выполнен полностью в соответствии с предъявляемыми требованиями	3
Работа выполнена с ошибками. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки при пояснении хода работы. Отчет выполнен с нарушением предъявляемых требований.	1
Работа не выполнена	0

За выполнение практического задания с нарушением сроков сдачи дополнительно снимается 1 балл.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в пятом семестре проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть экзаменационного билета представляет собой 1 теоретический вопрос. Ответ на вопрос первой части дается в развернутой форме.

Вторая часть содержит один вопрос, оформленный в виде практической задачи. Ответ на вопрос второй части предполагают решение задачи и краткую интерпретацию полученных результатов.

Примерный перечень вопросов первой части билета:

1. Архитектура Фон Неймана и Гарварда.

2. Микропроцессоры и микроконтроллеры.
3. Intel 8051 и 8056.
4. Архитектура компьютера: Наборы инструкций процессора;
5. Архитектура компьютера: Конвейерная обработка;
6. Современные микропроцессоры.
7. Современные приложения встраиваемых систем.
8. IoT.
9. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС).
10. Язык описания аппаратуры (SystemVerilog).

Примерный перечень вопросов второй части билета:

1. Напишите модуль на SystemVerilog, вычисляющий четырехходовую функцию XOR (исключающее ИЛИ). Вход обозначьте a , выход – y .
2. Напишите модуль на SystemVerilog, реализующий ШИМ.

В таблице 5 приведены критерии оценивания ответов на билет.

Таблица 5 - Критерии оценивания ответов на билет

Характеристика ответов на билет	Оценка в баллах, ед.
Получены развернутые ответы по двум частям билета	40
Получен развернутый ответ только по одной части билета	20
Отсутствует развернутый ответ по обеим частям билета	0

10.1. Итоговая оценка

Итоговая оценка промежуточной аттестации выставляется с учетом суммарных баллов, полученных студентом во время текущего контроля и по итогам проведенного экзамена согласно таблице 6.

Таблица 6 - Критерии итоговой оценки

Характеристика оценки, балл	Оценка
от 90 и выше	«отлично»
от 80 до 90	«хорошо»
от 70 до 80	«удовлетворительно»
ниже 70	«неудовлетворительно»

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронной образовательной среде «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=00000>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине;
- в) Методические указания по выполнению практических заданий;
- г) Методические указания по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых работ, научно-исследовательских работ, рефератов и отчетов по практикам, утвержденные на Факультете инновационных технологий.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 – Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебник для вузов / А. М. Сажнев. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 148 с. —

(Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18602-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562949> (дата обращения: 09.04.2025).

б) дополнительная литература:

– Сара Л. Харрис, Дэвид Харрис Цифровая схемотехника и архитектура компьютера: RISC-V / пер. с англ. В. С. Яценкова, А. Ю. Романова; под ред. А. Ю. Романова. – М.: ДМК Пресс, 2021. – 810 с.: ил.

– Новожилов, О. П. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем : учебник для вузов / О. П. Новожилов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 505 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20365-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568920>

3. Хорошевский В.Г. Архитектура вычислительных систем.: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 520 с.–

- Цифровой синтез. Практический курс /Под общ. ред. Романова А. Ю. , Панчула Ю. В. – М.: ДМК Пресс, 2020. -556 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Исходные коды к главам книги «Цифровой синтез. Практический курс /Под общ. ред. Романова А. Ю. , Панчула Ю. В., 2020» - Режим доступа: свободный. – URL: <https://github.com/RomeoMe5/DDLM>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- пакет программ LibreOffice (свободно распространяемое);
- публично доступные облачные технологии (Яндекс диск и т.п.);
- пакет прикладных программ Arduino IDE (свободно распространяемое);
- SimuLIDE;
- Putty.

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекций, консультаций, текущего контроля, в том числе с использованием дистанционных образовательных технологий, необходима аудитория, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения: компьютер преподавателя с веб-камерой, микрофоном и устройством для воспроизведения звука (динамики, колонки, наушники и др.) или ноутбук с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НИ ТГУ.

Учебная аудитория для проведения практических занятий, промежуточной аттестации должна быть оснащена оборудованием и техническими средствами обучения: компьютер преподавателя (ноутбук), персональные студенческие компьютеры с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную

информационно-образовательную среду НИ ТГУ. Для отображения презентаций используется мультимедиа-проектор, широкоформатный экран, акустическая система.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Шилин Александр Анатольевич, доктор технических наук, профессор кафедры интеллектуальных технических систем ФИТ.

Шидловский Станислав Викторович, доктор технических наук, декан ФИТ.