

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Донецкий государственный университет»

Физико-технический факультет
Кафедра физики неравновесных процессов метрологии и экологии
им. И.Л. Повха

УТВЕРЖДАЮ
проректор

_____ П. А. Машаров
«17» апреля 2025 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

| | |
|--|---------------------------------------|
| Укрупненная группа направлений подготовки | 03.00.00 Физика и астрономия |
| Программа высшего образования | Программа бакалавриата |
| Направление подготовки | 03.03.02 Физика |
| Направленность (профиль) образовательной программы | Техническая физика беспилотных систем |
| Специализация | |
| Квалификация | Бакалавр |
| Форма обучения | Очная |

Рабочая программа может быть адаптирована для лиц
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2025

Рабочая программа дисциплины **«Аппаратно-программные средства встроенных систем управления»** для обучающихся по направлению подготовки 03.03.02 Физика (Профиль: Техническая физика беспилотных систем), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 № 891 (с изм. и доп.), Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2025 года.

Разработчик:

ст. преподаватель кафедры физики неравновесных процессов метрологии и экологии им. И.Л. Повха

В.Н. Лебедев

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры неравновесных процессов метрологии и экологии им. И.Л. Повха

Протокол от 03.04.2025 г. № 16.

Заведующий кафедрой

П.В. Асланов

СОГЛАСОВАНО:

И.о. декана физико-технического факультета
16.04.2025 г.

С. А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета
Протокол от 16.04.2025 г. № 4.

Председатель

В.Н. Котенко

Руководитель основной образовательной программы, доц.,
канд. физ.-мат. наук, ст. научн. сотр.
03.04.2025 г.

П. В. Асланов

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: радиоэлектроника, полупроводниковая и физическая электроника, схемотехника, алгоритмы и языки программирования.

1.2. Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: специальные микропроцессоры, микропроцессоры в измерительной технике, используется при написании выпускной квалификационной работы.

2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Общая характеристика

| Наименование показателя | Значение показателя |
|---|--|
| Название образовательной программы | 03.03.02 Физика (профиль: Техническая физика беспилотных систем) |
| Шифр и название в соответствии с учебным планом | Б1.В.ДВ.2.1. Аппаратно-программные средства встроенных систем управления |
| Часть образовательной программы | Вариативная часть: выбор обучающегося |
| Количество зачетных единиц / всего часов | 3 / 108 |

В случае предъявления от обучающегося или его родителя (законного представителя) заявления на обучение по адаптированной образовательной программе высшего образования, подкрепленного заключением психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК) или медико-социальной экспертизы (МСЭ) с рекомендациями создания индивидуальной программы реабилитации и абилитации (ИПРА), данная рабочая программа может быть адаптирована с учетом индивидуальных особенностей здоровья обучающегося.

2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

| Форма обучения | курс | семестр | Общее количество часов | | | | | Форма контроля |
|----------------|------|---------|------------------------|--------------|--------------|-----------------------------------|-------|----------------|
| | | | лекционных | лабораторных | практических | самостоятельной работы + контроль | всего | |
| Очная, всего | 4 | 7 | 17 | 34 | - | 57 | 108 | зачет |

3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Формирование у студентов базовых представлений об общих принципах автоматического управления в технических системах, а также изучение аппаратных и программных средств, используемых для создания и функционирования таких систем.

4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

4.1. Компетенции

| Компетенции | Индикаторы | Результаты обучения |
|-------------|------------|---------------------|
|-------------|------------|---------------------|

| | | |
|--|---|--|
| ПК-1. Обладает достаточными знаниями в области математических и физических наук, основ цифровой техники и информационных технологий, необходимыми при проведении научно- | ПК-1.3. Обладает достаточными знаниями основ цифровой техники и информационных технологий, необходимыми при проведении научно-исследовательских | ПК-1.3.1. Знает современные информационные технологии, прикладные программные средства, принципы создания цифровой техники и использования информационных технологий. ПК-1.3.1. Уметет создавать информационные и цифровые средства необходимые при |
|--|---|--|

| | | |
|--|------------------------------|--|
| исследовательских работ и по профилю подготовки. | работ по профилю подготовки. | проведении научно-исследовательских работ. |
|--|------------------------------|--|

5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

| Название темы | Краткое содержание темы (вопросы темы) |
|---|---|
| Раздел 1. Базовые особенности микроконтроллерной архитектуры | |
| 1. Знакомство с микропроцессорными и микроконтроллерными системами. | 1.1. Микропроцессор и его архитектуры. 1.2. Применение микропроцессоров. 1.3. Микроконтроллер и его связь с микропроцессором. 1.4. Сферы применения микроконтроллеров. |
| 2. Средства разработки для микроконтроллерных систем. | 2.1. Интегрированные среды разработки. 2.2. Процесс компиляции. 2.3. Процесс сборки микропрограммы. 2.4. Загрузка микропрограммы в контроллер. 2.5. Особенности программирования для микроконтроллера. |
| 3. Цифровой ввод и вывод. | 3.1. Схемотехника портов ввода-вывода. 3.2. Скорость работы портов и ограничения по нагрузочной способности. 3.3. Программная работа с портами ввода-вывода. |
| 4. Аналоговый ввод и широтно-импульсная модуляция. | 4.1. Принципы аналого-цифрового преобразования. 4.2. Основные характеристика АЦП в микроконтроллере. 4.3. Программная работа с модулем АЦП. |
| 5. Коммуникационный интерфейс USART. | 5.1. Принципы организации асинхронного канала связи. 5.2. Характеристики и скорость работы интерфейса USART. 5.3. USART для связи с персональным компьютером. 5.1. USART для связи с другим микроконтроллером. |
| Раздел 2. Продвинутое возможности микроконтроллерной архитектуры | |
| 6. Прерывания в микроконтроллерных системах. | 6.1. Контроллер прерываний. 6.2. Приоритеты прерываний. 6.3. Прерывания, генерируемые системной периферией процессора. |
| 7. Продвинутое возможности микроконтроллерных систем. | 7.1. Задание особых режимов работы ядра процессора. 7.2. Повышение характеристик блоков периферии, за счёт использования нативного кода микроконтроллера. |
| 8. Механизмы беспроводного взаимодействия с микроконтроллером. | 8.1. Протокол bluetooth для микроконтроллеров. 8.2. Приёмопередатчик на частотах 433\315 МГц. 8.3. Модуль дуплексной связи nrf24. 8.4. Механизм беспроводного бесконтактного считывания rfid. |
| 9. Исполнительные устройства для микроконтроллеров. | 9.1. Шаговые двигатели. 9.2. Электромагнитные и бесконтактные реле. 9.3. Сервомоторы. 9.4. Шилд-панели для соединения исполнительных устройств и микроэлектронных систем. |
| 10. Микроконтроллер, как измерительная система. | 10.1. Аналого-цифровое преобразование в микроконтроллере. 10.2. Аналоговые датчики и их ограничения. |

| | |
|--|--|
| | 10.3. Пропорционально интегрально дифференцирующий регулятор. 10.4. Автоматизированные системы с обратной связью. |
|--|--|

6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Форма обучения – очная, курс – 4, семестр – 7

| Наименования разделов и тем | Количество часов | | | | |
|---|------------------|--------|--------|-------|-------|
| | Лекц. | Лабор. | Практ. | СРС+К | Всего |
| Раздел 1. Базовые особенности микроконтроллерной архитектуры | 8 | 16 | - | 29 | 53 |
| 1. Знакомство с микропроцессорными и микроконтроллерными системами. | 2 | 3 | - | 5 | 10 |
| 2. Средства разработки для микроконтроллерных систем. | 1 | 3 | - | 7 | 11 |
| 3. Цифровой ввод и вывод. | 2 | 3 | - | 6 | 11 |
| 4. Аналоговый ввод и широтно-импульсная модуляция. | 2 | 4 | - | 5 | 11 |
| 5. Коммуникационный интерфейс USART. | 1 | 3 | - | 6 | 10 |
| Раздел 2. Продвинутое возможности микроконтроллерной архитектуры | 9 | 18 | - | 28 | 55 |
| 6. Прерывания в микроконтроллерных системах. | 2 | 4 | - | 5 | 11 |
| 7. Продвинутое возможности микроконтроллерных систем. | 2 | 4 | - | 6 | 12 |
| 8. Механизмы беспроводного взаимодействия с микроконтроллером. | 2 | 3 | - | 5 | 10 |
| 9. Исполнительные устройства для микроконтроллеров. | 1 | 3 | - | 7 | 11 |
| 10. Микроконтроллер, как измерительная система. | 2 | 4 | - | 5 | 11 |
| ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП | 17 | 34 | - | 57 | 108 |

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Контрольные вопросы

Раздел 1

1. Что такое микропроцессор и каковы его основные принципы работы?
2. Какие типы команд используются в микропроцессорах и как они влияют на выполнение операций?
3. Что такое разрядность микропроцессора и как она влияет на его производительность?
4. Какие функции выполняют команды управления и обработки данных в микропроцессорах?
5. Как микроконтроллеры отличаются от обычных микропроцессоров и какие задачи они решают?
6. Какие языки программирования наиболее часто используются для разработки микроконтроллерных систем?

7. Какие среды разработки (IDE) являются популярными для создания приложений на микроконтроллерах?

8. В чём преимущества использования интегрированных сред разработки (IDE) для микроконтроллеров?

9. Какие инструменты и библиотеки доступны для упрощения разработки и повышения эффективности работы с микроконтроллерами?

10. Как осуществляется отладка и тестирование кода на микроконтроллерах, и какие инструменты для этого используются?

11. Что такое цифровой ввод и вывод?

12. Какие существуют типы цифровых входов и выходов?

13. Как осуществляется управление цифровыми сигналами?

14. В каких приложениях используются цифровые входы и выходы?

15. Какие преимущества и недостатки имеют цифровые входы и выходы по сравнению с аналоговыми?

16. Что такое аналоговый ввод и для чего он используется?

17. Что такое широтно-импульсная модуляция (ШИМ)?

18. Как ШИМ связана с аналоговым вводом?

19. Какие преимущества предоставляет использование ШИМ в системах с аналоговым вводом?

20. Приведите пример применения ШИМ в реальных устройствах, например, в управлении двигателями или освещении.

21. Что такое USART и для чего он предназначен?

22. Какие основные характеристики USART?

23. Какие режимы работы поддерживает USART?

24. Как происходит передача данных через USART?

25. Какие преимущества и недостатки имеет USART по сравнению с другими коммуникационными интерфейсами?

Раздел 2

1. Что такое прерывание в микроконтроллерной системе и как оно работает?

2. Какие виды прерываний существуют и чем они отличаются?

3. Как обрабатываются прерывания в микроконтроллере и какой приоритет у каждого типа прерывания?

4. Какие методы обработки прерываний существуют и в каких случаях их применяют?

5. Как можно настроить параметры прерываний, такие как уровень приоритета и маску прерывания?

6. Какие расширенные функции могут быть реализованы с помощью микроконтроллеров?

7. Как можно использовать микроконтроллеры для создания систем управления движением?

8. В чём заключается применение микроконтроллеров в робототехнике и автоматизации?

9. Какие возможности предоставляют микроконтроллеры для работы с датчиками и сенсорами?

10. Как микроконтроллеры могут быть интегрированы с различными устройствами и системами для обеспечения взаимодействия и коммуникации?

11. Какие беспроводные интерфейсы подходят для передачи данных от микроконтроллера к ПК?

12. В чём преимущества использования беспроводных интерфейсов перед проводными?

13. Как выбрать подходящий беспроводной интерфейс для конкретной задачи?

14. Какие факторы следует учитывать при выборе мощности передатчика для беспроводной связи?

15. Как обеспечить безопасность передачи данных по беспроводному каналу?
16. Что такое исполнительное устройство и для чего оно предназначено в контексте микроконтроллеров?
17. Какие типы исполнительных устройств существуют и в чём их особенности?
18. Как осуществляется управление исполнительными устройствами с помощью микроконтроллера?
19. Какие факторы следует учитывать при выборе исполнительного устройства для конкретного проекта?
20. Какие меры безопасности необходимо принимать при работе с исполнительными устройствами в микроконтроллерных системах?
21. Какие основные функции выполняет микроконтроллер в качестве измерительной системы?
22. Какие типы датчиков могут быть подключены к микроконтроллеру для сбора данных?
23. Как происходит обработка и хранение полученных данных на микроконтроллере?
24. Какие алгоритмы используются для анализа и интерпретации данных с датчиков?
25. В каких областях применения микроконтроллеры используются в качестве измерительных систем?

7.2. Темы докладов

1. Обзор операционных систем реального времени: требования, примеры и применение.
2. Использование специализированных устройств для связи с объектом управления: датчики, промежуточные преобразователи и исполнительные устройства.
3. Методы анализа и принятия решений в системах реального времени: алгоритмы и примеры.
4. Масштабируемость и предсказуемость поведения операционных систем реального времени: критерии и методы достижения.
5. Примеры применения встроенных систем управления в различных отраслях: автомобилестроение, авиация, энергетика и другие.
6. Аппаратные средства для обработки сигналов и управления объектами: микроконтроллеры, ПЛИС и другие.
7. Разработка программного обеспечения для встроенных систем управления: языки программирования, отладка и тестирование.
8. Безопасность и защита информации во встроенных системах управления: криптография, аутентификация и контроль доступа.
9. Интеграция аппаратных и программных средств в рамках одной системы: проектирование и реализация.
10. Применение методов машинного обучения и искусственного интеллекта во встроенных системах управления: примеры и перспективы развития.

8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже.

Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

Самостоятельная работа оценивается на основе предоставленных на проверку выполненных домашних, индивидуальных заданий с учетом своевременности их предоставления и соответствия требованиям к их выполнению.

Количество баллов за контрольную работу вычисляется как сумма баллов за все входящие в её состав задания. Каждое задание оценивается исходя из максимально

возможного количества баллов с учетом правильности выполнения задания, полноты приводимых обоснований.

По результатам работы в семестре обучающийся, набравший не менее 60 баллов, имеет право получить оценку. Те, кто претендует на более высокий балл, проходят промежуточную аттестацию. Максимальное количество баллов на промежуточной аттестации – 100. Общее количество баллов за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на промежуточной аттестации и выставляется согласно принятому порядку.

Семестр 1

| Номера разделов | Виды работ | Максимальное количество баллов |
|-----------------------|---|--------------------------------|
| 1-10 | Организационно-учебная работа в аудитории | 30 |
| | Самостоятельная работа | 10 |
| | Лабораторные работы | 30 |
| ИТОГО | | 70 |
| Зачет | | 30 |
| Общий итог за семестр | | 100 |

Соответствие баллов оценке

| Количество баллов из 100 | ECTS | Оценка по пятибалльной шкале | |
|--------------------------|------|-----------------------------------|------------|
| | | Экзамен, дифференцированный зачет | Зачет |
| 90-100 | A | отлично | зачтено |
| 80-89 | B | хорошо | зачтено |
| 75-79 | C | | зачтено |
| 70-74 | D | удовлетворительно | зачтено |
| 60-69 | E | | зачтено |
| 35-59 | FX | неудовлетворительно | не зачтено |
| 0-34 | F | | не зачтено |

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в корпусе №4 ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.

Для проведения лабораторных занятий требуется оборудованная персональными компьютерами аудитория.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

10. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

10.1. Основная литература

1. Баранов, Д. В. Встроенные системы управления: проектирование и реализация. – М.: Издательство МГТУ, 2020.
2. Баранов, К. Н. Программирование микроконтроллеров. – СПб.: Питер, 2021.
3. Власов, С. А. Аппаратное обеспечение встроенных систем. – М.: Радио и связь, 2019.
4. Забелин, И. П. Основы проектирования встроенных систем. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2020.
5. Иванов, А. В. Технологии программирования встраиваемых систем. – М.: Эксмо, 2021.
6. Левченко, А. П. Архитектура встроенных систем. – М.: Наука, 2018.
7. Петров, Т. И. Микропроцессоры и системы управления. – М.: Горячая линия - Телеком, 2023.

10.2. Дополнительная литература

8. Кузнецов, В. А. Системы реального времени: теория и практика. – Екатеринбург: УрФУ, 2022.
9. Малахов, А. В. Встраиваемые системы: от концепции до реализации. – Казань: Казанский университет, 2021.
10. Николаев, С. Е. Безопасность встраиваемых систем. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2020.
11. Романова, Л. Б. Современные подходы к проектированию встроенных систем. – СПб.: БХВ-Петербург, 2022.
12. Сидоров, В. Р. Встроенные системы: опыт и технологии. – М.: Группа ИД, 2019.
13. Смирнов, Е. Ю. Программное обеспечение для встраиваемых систем. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2021.
14. Тихомиров, Н. Г. Интеллектуальные системы управления. – Челябинск: Южно-Уральский государственный университет, 2020.
15. Шестаков, Р. Н. Практика разработки встраиваемых систем. – М.: МИФИ, 2021.

11. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. **Национальная электронная библиотека (НЭБ):** федеральная государственная информационная система / Министерство Культуры РФ; Российская государственная библиотека. – Москва, 2019- . – URL: <https://rusneb.ru/> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: свободный, подписка. Необходима установка программного обеспечения. – Текст: электронный.
2. **eLIBRARY.RU:** научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000- . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: сайт / Ассоциация «Открытая наука». – Москва, 2014- . – URL: <https://cyberleninka.ru/>. (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
4. Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. – URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
5. **ЭБС Юрайт:** электронная библиотечная система: сайт. – Москва, 2013. – URL: <https://biblio-online.ru> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: для авторизов. пользователей. – Текст: электронный.
6. **Электронно-библиотечная система ДонГУ:** сайт / ФГБОУ ВО «ДонГУ». – Донецк, 2016- . – URL: <http://library.donnu.ru/> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. **Электронный каталог** Научной библиотеки ДонГУ: раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://library.donnu.ru/catalog/> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: поиск свободный, электронные документы – для пользователей ДонГУ.

8. **Электронный архив ДонГУ:** раздел сайта / НБ ДонГУ. – Текст: электронный // ЭБС ДонГУ: сайт. – URL: <http://repo.donnu.ru/> (дата обращения: 01.03.2024). – Режим доступа: свободный.

12. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений) Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).