

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
и образовательным инновациям

Н. И. Шдрок

«14» июня 2021 г.

Регистрационный № УД- 9750/уч.



*СХЕМОТЕХНИКА И ВВЕДЕНИЕ В ТЕХНИКУ  
МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ СИСТЕМ*

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности**

**1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий**

Минск, 2021

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 07-2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 № 88; учебного плана №G31-218/уч. и №G31и-219/уч. от 20.02.2018 г.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

**И.А. Карпович** - доцент кафедры физики полупроводников и наноэлектроники Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТ:**

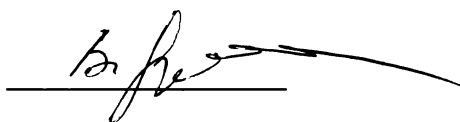
**С.П. Сернов** – доцент кафедры интеллектуальных систем приборостроительного факультета БНТУ, кандидат физико-математических наук, доцент.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой физики полупроводников и наноэлектроники физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 6 апреля 2021 г.)

Научно-методическим Советом БГУ  
(протокол № 5 от 24 мая 2021 г.)

Заведующий кафедрой



Оджаев В.Б.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Программа учебной дисциплины "Схемотехника и введение в технику микроконтроллерных систем" разработана для студентов специальности 1-31 04 07 Физика наноматериалов и нанотехнологий, специализации 1-31 04 07-02 «Наноэлектроника» 1 степени обучения.

### **Цели и задачи учебной дисциплины**

**Цель** учебной дисциплины – формирование у студентов целостных представлений о современной элементной базе электроники, принципах разработки схемотехнических устройств, методах и технологиях программирования микроконтроллеров.

### **Задачи учебной дисциплины:**

1. Дать представление об этапах развития рынка электроники.
2. Обозначить основные направления развития схемотехники.
3. Ознакомить с основами реализации схемотехнических решений.
4. Ознакомить с современными направлениями в технологиях программирования микроконтроллеров.
5. Изучить методы и современные технологии программирования микроконтроллеров и систем на их основе.

Современный этап развития схемотехники характеризуется все возрастающим проникновением микроконтроллерных систем во все сферы жизни и деятельности людей. Достижения в области электроники способствуют успешному решению сложнейших научно–технических проблем: повышению эффективности научных исследований, созданию новых видов машин и оборудования, разработке эффективных технологий и систем управления, совершенствованию процессов сбора и обработки информации.

**Место учебной дисциплины** в системе подготовки специалиста с высшим образованием - представление основных направлений аналоговой и цифровой схемотехники и развития микроконтроллерных систем, которое в дальнейшем необходимо студентам для освоения своей профессии и применения полученных знаний и навыков для научно-исследовательской и практической работы.

В курсе применяются активные методы обучения. Основу составляют технологии проблемного и контекстного обучения, предполагающие наряду с приобщением студентов к объективным противоречиям научного знания и способам их решения также последовательное моделирование условий профессиональной деятельности специалистов.

Учебная дисциплина относится к циклу дисциплин специализаций компонента учреждения высшего образования.

**Связи с учебными дисциплинами по учебному плану:** дисциплина специализации «Программирование микроконтроллерных систем» компонента учреждения высшего образования.

### **Требования к компетенциям**

Освоение учебной дисциплины «Схемотехника и введение в технику микроконтроллерных систем» должно обеспечить формирование следующих **академических и профессиональных** компетенций:

#### **Академические компетенции:**

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

#### **Профессиональные компетенции:**

ПК-1. Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики наноматериалов и нанотехнологий, методов исследования физических объектов, методов измерения физических величин, методов автоматизации эксперимента, методов планирования, организации и ведения научно-производственной, научно-педагогической, производственно-технической, опытно-конструкторской работы.

ПК-2. Осуществлять на основе методов математического моделирования оценку эксплуатационных параметров функциональных наноматериалов и технологических процессов их получения.

ПК-3. Пользоваться компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

#### **знать:**

– принципы построения современной схемотехники и архитектуру микроконтроллеров.

#### **уметь:**

– обеспечить выбор элементной базы для построения современных электронных устройств;

– строить и анализировать алгоритмы решения типовых задач для работы микроконтроллерных систем;

–разрабатывать программы для микроконтроллеров на одном из языков программирования с использованием технологий структурного и объектно-ориентированного программирования;

#### **владеть:**

– базовыми принципами разработки схемотехнических решений;

– методами и современными технологиями программирования микроконтроллеров и систем на их основе.

### **Структура учебной дисциплины**

Дисциплина изучается на 4-м курсе в 8 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Схемотехника и введение в технику микроконтроллерных систем» отведено:

- для очной формы получения высшего образования – 158 часов, в том числе 70 аудиторных часов, из них: лекции – 54 часа, управляемая самостоятельная работа (аудиторный контроль) – 16 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 4,5 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – экзамен.

## **СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **Раздел 1. Схемотехника электронных устройств для микроконтроллерных встраиваемых систем.**

**Тема 1.1.** Разработка принципиальных схем для обработки сигналов. Схемы приема и усиления аналоговых сигналов.

**Тема 1.2.** Датчики аналоговых и цифровых сигналов. Схемы управления мощными нагрузками.

**Тема 1.3.** Схемы гальванической развязки для аналоговых и цифровых сигналов.

### **Раздел 2. Архитектура микроконтроллеров AVR.**

**Тема 2.1.** Устройство микроконтроллеров архитектуры AVR. Ядро микроконтроллера.

**Тема 2.2.** Периферийные устройства. Порты ввода-вывода. Организация системы прерываний.

**Тема 2.3.** Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи. Таймеры. ШИМ-модуляция сигналов.

### **Раздел 3. Технологии и методы программирования.**

**Тема 3.1.** Технологии и методы программирования микроконтроллерных систем. Компиляторы и интерпретаторы для отладки программ.

**Тема 3.2.** Среда разработки приложений для МК “Arduino”. Программирование в системе.

**Тема 3.3.** Протоколы обмена с внешними устройствами: USART, USB, I2C, SPI. Библиотеки для работы с датчиками и внешними устройствами.

## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов						Иное	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Количество часов УРС			
1	2	3	4	5	6	7		9	
1	<b>Схемотехника электронных устройств для микроконтроллерных встраиваемых систем.</b>	14				4			
1.1.	Разработка принципиальных схем для обработки сигналов. Схемы приема и усиления аналоговых сигналов.	2							
1.2.1	Датчики аналоговых и цифровых сигналов.	4				2		Письменный тест	
1.2.2	Схемы управления мощными нагрузками.	4				2		Письменный тест	
1.3	Схемы гальванической развязки для аналоговых и цифровых сигналов.	4							
2	<b>Архитектура микроконтроллеров AVR.</b>	16				4			
2.1	Устройство микроконтроллеров архитектуры AVR. Ядро микроконтроллера.	4							
2.2	Периферийные устройства. Порты ввода-вывода. Организация системы прерываний.	4				2		Опрос	
2.3	Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи. Таймеры. ШИМ-модуляция сигналов.	4				2		Письменный тест	
3	<b>Технологии и методы программирования.</b>	24				8			
3.1	Технологии и методы программирования микроконтроллерных систем. Компиляторы и интерпретаторы для отладки программ.	4							

3.2.	Среда разработки приложений для МК “Arduino”. Программирование в системе.	10				2		Опрос
3.3	Протоколы обмена с внешними устройствами: USART, USB, I2C, SPI. Библиотеки для работы с датчиками и внешними устройствами.	10				6		Защита рефератов
	Текущая аттестация							Экзамен



## **ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **Перечень основной литературы**

1. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Tiny и Mega фирмы «АТМЕL»: М. «Додека». 558с. – 2014.
2. Баранов В.Н. Применение микроконтроллеров AVR: Схемы, алгоритмы, программы: М. «Додека». 288 с. – 2014.
3. Шпак Ю.А. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров: К.: «МК-Пресс». 402 с. – 2016.
4. Петров И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования: М. «Солон-Р». 256 с. – 2014.
5. Голубцов М.С. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. М., Солон-пресс., 2013.
6. Кузьминов А.Ю. Интерфейс RS232. Связь между компьютером и микроконтроллером. М. Радио и связь. 2014. 168с.  
Титце Е. Шенк К. Искусство полупроводниковой схемотехники. М., Мир., 2013.

### **Перечень дополнительной литературы**

1. Петров И. В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования: М. «Солон-Р». 256 с. – 2004.
2. Новожилов О.П. Электроника и схемотехника В 2 Ч. Часть 1. Юрайт, 2018– 382с.

### **Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки**

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется проводить опрос по разделам дисциплины. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Схемотехника и введение в технику микроконтроллерных систем» учебным планом предусмотрен экзамен.

Экзамен проводится в письменной форме. Каждый из письменных тестов включает в себя 10 заданий в открытой форме. На выполнение экзамена отводится 60 мин. По согласованию с преподавателем при подготовке ответа разрешается использовать справочные и учебные издания. Оценка каждого из тестов проводится по десятибалльной шкале.

В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших

неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценок.

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- письменный тест – 40 %;
- защита рефератов – 30 %;
- опрос - 30 %;

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов Вес оценки по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка – 60 %.

### **Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов**

#### **Тема 1.2.1. Датчики аналоговых и цифровых сигналов.**

Аналоговые датчики влажности, освещенности, температуры. Цифровые датчики температуры Dallas Semiconductor ds18b20.

Форма контроля – письменный тест.

#### **Тема 1.2.2. Схемы управления мощными нагрузками.**

Управление нагрузками с помощью транзистора, реле, семистора. Рассеиваемая мощность на управляющем элементе. Методы управления мощностью на нагрузке (транзистор, реле, семистор).

Форма контроля – письменный тест.

#### **Тема 2.2. Периферийные устройства. Порты ввода-вывода. Организация системы прерываний.**

Порты ввода-вывода. Базовый набор периферийных устройств МК. Обмен данными через порт. Конфигурация порта. Обработка прерываний. Вектор прерывания.

Форма контроля – опрос.

#### **Тема 2.3. Аналого-цифровые и цифроаналоговые преобразователи. Таймеры. ШИМ-модуляция сигналов.**

Аналого-цифровые преобразователи последовательного приближения. Аппаратные и программные возможности таймеров микроконтроллера.

Генерация ШИМ-сигналов при помощи таймеров. Расчет НЧ – фильтра для сигнала ШИМ.

Форма контроля – письменный тест.

### **Тема 3.2. Среда разработки приложений для МК “Arduino”. Программирование в системе.**

Конфигурация программной среды для выбранного типа микроконтроллера. Монитор порта, ввод-вывод информации. Отладка программного кода. Загрузчик программ.

Форма контроля – Опрос.

### **Тема 3.3. Протоколы обмена с внешними устройствами: USART, USB, I2C, SPI. Библиотеки для работы с датчиками и внешними устройствами.**

Подготовка и презентация реферативных работ по выбору студента в соответствии с предлагаемыми темами (6 ч.)

Форма контроля – защита рефератов.

## **Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины**

При организации образовательного процесса используется *практико-ориентированный подход*, который предполагает:

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Также применяется *метод учебной дискуссии*, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме. Использование этого метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

## **Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся**

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине будет использоваться информационный ресурс [vk.com/kafedrafizikip](http://vk.com/kafedrafizikip): размещение учебно-методических материалов,

включая, вопросы для подготовки к экзамену, список рекомендуемой литературы.

### **Примерный перечень вопросов к экзамену**

1. Измерительные преобразователи (сенсоры). Классификация.
2. Виды погрешностей измерительных преобразователей.
3. Резистивные преобразователи сигнала.
4. Преобразователи температуры в электрический сигнал.
5. Пьезопреобразователи, емкостные преобразователи сигналов.
6. Магнитные преобразователи сигнала.
7. Измерение токов и напряжений. Делители величин.
8. Преобразователи сигнала на основе датчиков Холла.
9. Гальваническая развязка сигналов.
10. Оптическая развязка сигналов.
11. Виды сигналов (аналоговый, дискретный, цифровой).
12. Защита входных цепей операционных усилителей от перенапряжения.
13. Включение нагрузок с помощью реле.
14. Включение низковольтных нагрузок через опторазвязку.
15. Включение нагрузок с помощью семисторов.
16. Включение нагрузок с помощью оптосемисторов.
17. Нормирующие усилители.
18. Схема управления шаговыми двигателями.
19. Схема управления серводвигателями.
20. Устройство выборки-хранения аналогового сигнала.
21. Схема пикового детектора.
22. Ядро микроконтроллера архитектуры AVR.
23. Flash-память программ, стек. Принцип работы.
24. Порты ввода-вывода. Конфигурация портов.
25. Вектора прерываний. Охранный таймер. Принцип работы.
26. Внешние и внутренние прерывания. Виды обслуживания.
27. Аппаратная и программная обработка прерываний.
28. Таймеры-счетчики. Устройство и работа.
29. Реализация режима широтно-импульсной модуляции на таймерах счетчиках.
30. Реализация простейшего цифроаналогового преобразователя на ШИМ.
31. Аналого-цифровые преобразователи микроконтроллера AVR.
32. Протокол обмена с внешними устройствами SPI.
33. Протокол обмена с внешними устройствами TWI.
34. Протокол обмена с внешними устройствами USART.

35. Среда разработки приложений для МК “Arduino”. Структура программы. Библиотеки (назначение, подключение).

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Программирование микроконтроллерных систем.	кафедра физики полупроводников и нанoeлектроники	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол № 9 от 6 апреля 2021 г.)