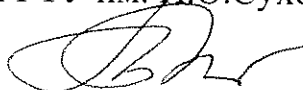


Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
ГГТУ им. П.О.Сухого

  
А.А. Бойко

15. 12. 2015

Регистрационный № УД УД/мгг-17/уч.

## СХЕМОТЕХНИКА В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования (II ступень)  
по учебной дисциплине для специальности

1-53 80 01 «Автоматизация и управление  
технологическими процессами и производствами»

Учебная программа составлена на основе:

- образовательного стандарта ОСВО 1-53 80 01-2012;
- учебных планов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» специальности 1-53 80 01 «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» № I 53-2-07/уч. от 17.09.2013, № I 53-2-07/уч. от 14.02.2014.

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Е.А. Храбров, доцент кафедры «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», к.т.н., доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Н.Н. Ковалев, заместитель директора по специальной технике ОАО «Гомельский радиозавод»;

К.С. Курочка, зав. кафедрой «Информационные технологии» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого».

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой «Промышленная электроника» учреждения образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого»

(протокол № 3 от 15.10.2015);

Научно-методическим советом факультета автоматизированных и информационных систем учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 4 от 30.11.2015); УАП-05-17/уз.

Научно-методическим советом учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого»

(протокол № 2 от 08.12.2015).

## Введение

Преподавание учебной дисциплины «Схемотехника в системах управления» осуществляется в соответствии с требованиями к формированию академических, социально-личностных и профессиональных компетенций магистра. Содержание дисциплины ориентировано на формирование умений и навыков научно-педагогической и научно-исследовательской работы.

### Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – приобретение навыков применения инновационных технологий в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами, проведения научных исследований в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами.

Основные задачи дисциплины:

- формирование знаний по фундаментальным основам цифровой и аналоговой схемотехники, применяемой в системах управления;
- изучение вопросов схемотехнического проектирования электронных устройств;
- использование современных информационных технологий как инструмента для решения задач оптимизации процессов в системах управления.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалистов, связи с другими учебными дисциплинами

Учебная дисциплина «Схемотехника в системах управления» входит в состав компонента учреждения образования цикла дисциплин специальной подготовки учебных планов № I 53-2-07/уч. от 17.09.2013, № I 53-2-07/уч. от 14.02.2014.

### Требования к освоению учебной дисциплины

После изучения дисциплины «Схемотехника в системах управления» подготавливаемый специалист должен соответствовать следующим требованиям к его компетентности:

Освоение учебной дисциплины согласно стандарту специальности должно обеспечить формирование следующих компетенций:

академические компетенции:

- АК-1 – способность к самостоятельной научно-исследовательской деятельности (анализ, сопоставление, систематизация, абстрагирование, моделирование, проверка достоверности данных, принятие решений и др.), готовность генерировать и использовать новые идеи;
- АК-2 – методологические знания и исследовательские умения, обеспечивающие решение задач научно-исследовательской, научно-педагогической, организационно-педагогической и инновационной деятельности;

- АК-6 – способность самостоятельно изучать новые методы проектирования, исследований, организации производства, изменения научного и производственного профиля своей профессиональной деятельности;
  - АК-7 – способность использовать базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики;
  - АК-8 – способность использовать основные законы естествознания, фундаментальные инженерные знания в профессиональной деятельности;
- социально-личностные компетенции:
- СЛК-2 – быть способным к сотрудничеству и работе в команде;
  - СЛК-3 – владеть коммуникативными способностями для работы в междисциплинарной и международной среде;
  - СЛК-6 – логично, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, использовать навыки публичной речи, ведения дискуссии и полемики.
- профессиональные компетенции:
- ПК-3 – осваивать и внедрять в учебный процесс инновационные образовательные технологии;
  - ПК-6 – осуществлять мониторинг образовательного процесса, диагностику учебных и воспитательных результатов;
  - ПК-7 – квалифицированно проводить научные исследования в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами;
  - ПК-8 – уметь формировать и эффективно решать производственно-технические задачи;
  - ПК-9 – проектировать автоматизированные системы управления технологическими процессами и производствами и разрабатывать конструкторскую документацию с использованием современных методов и средств проектирования.

В результате освоения содержания учебной дисциплины «Схемотехника в системах управления студент должен:

знать:

- типы и виды производства систем управления;
- пути повышения производительности и эффективности производства;
- основные компоненты систем автоматизации и программные комплексы для реализации поставленных задач автоматизации систем управления;

уметь:

- использовать локальные промышленные сети, датчики физических величин, исполнительные механизмы, телекоммуникационные и телемеханические системы в целях автоматизации производства;
- использовать достижения науки и передовых технологий в области автоматизации технологических процессов и производств;

приобрести навыки:

- применения инновационных технологий в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами;
- проведения научных исследований в области автоматизации и управления технологическими процессами и производствами.

Общее количество часов по дисциплине «Схемотехника в системах управления» в соответствии с учебным планом составляет 126 часов. Трудоемкость учебной дисциплины в зачетных единицах – 3,5. Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме экзамена.

Форма получения высшего образования: дневная, заочная.

Распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам.

Дневная форма обучения:

Курс – 1

Семестр – 1

Лекции – 22 часов

Лабораторные занятия – 20 часов

Всего аудиторных занятий – 42 часа

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен – 1 семестр

Заочная форма обучения:

Курс – 2

Семестр – 3

Лекции – 10 часов

Лабораторные занятия – 6 часов

Всего аудиторных занятий – 16 часов

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине:

Экзамен – 3 семестр

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Математические основы цифровой схемотехники.

Тема 1.1. Системы счисления, используемые в цифровых устройствах.

Позиционные и непозиционные системы счисления. Системы счисления, используемые в цифровых устройствах: двоичная, восьмеричная, шестнадцатеричная, двоично-десятичные. Преобразование чисел из одной системы счисления в другую. Арифметические действия над многоразрядными двоичными числами. Методы кодирования сигналов, применяемые в цифровых устройствах.

Тема 1.2. Основные понятия алгебры логики.

Логические переменные и константы. Основные логические функции: инверсия, конъюнкция, дизъюнкция. Способы задания логических функций: таблицы истинности, логические уравнения. Преобразования логических уравнений с помощью законов и правил алгебры логики.

Раздел 2. Оптимизация узлов систем управления

Тема 2.1. Способы минимизации цифровых схем, построенных в инвертирующих базисах.

Реализация логических функций на логических элементах. Функционально полные базисы. Аналитические и табличные методы минимизации функций с помощью карт Карно. Минимизация логических функций методом Квайна – Мак-Класки. Не полностью определенные логические функции и их минимизация. Синтез и анализ комбинационных устройств на логических элементах.

Раздел 3. Элементная база цифровых систем управления

Тема 3.1. Методы повышения быстродействия ключевых схем.

Электронные ключи: основные понятия и определения. Ключи на биполярных и полевых транзисторах. Принцип действия, условия работоспособности, рабочие характеристики транзисторного ключа. Переключатели тока на дифференциальных каскадах.

Тема 3.2. Цифровые интегральные микросхемы.

Серии цифровых интегральных микросхем. Параметры логических элементов. Схемы, параметры и характеристики базовых логических элементов стандартных серий цифровых микросхем ТТЛ, ТТЛШ, ЭСЛ, КМОП логики. Сравнительные характеристики серий интегральных микросхем.

Тема 3.3. Проектирование цифровых устройств на программируемых микросхемах.

Программируемые логические устройства (ПЛУ). Цифровые логические устройства с программируемыми характеристиками ПЗУ и ПЛМ. Программируемая матричная логика ПМЛ. Программируемые пользователем вентиляционные матрицы (ППВМ). Масочное программирование, программирование с выжигаемыми перемычками, с ультрафиолетовым стиранием, с электрическим перепрограммированием. Тестирование программируемых микросхем псевдослучайными потоками информации, получаемых с помощью клеточных автоматов.

Раздел 4. Схемотехника и применение цифровых узлов систем управления

Тема 4.1. Арифметические цифровые устройства. Реализация шифраторов и дешифраторов.

Двоичный полусумматор. Одноразрядные двоичные сумматоры. Много-разрядные сумматоры с последовательным и параллельным переносом. Двоичные вычитатели, умножители и делители. Цифровые компараторы. Каскадное соединение компараторов. Узлы контроля четности и мажоритарного контроля.

Преобразователи двоичных кодов. Преобразование двоичного кода в двоично-десятичный BCD-код и Excess 3-код. Преобразование двоичного кода 8421 в код Грея.

Реализация шифраторов и дешифраторов на логических элементах, расширение разрядности, применение в системах управления. Проектирование шифраторов и дешифраторов на программируемых логических матрицах. Назначение и принципы работы мультиплексоров. Расширение разрядности мультиплексоров. Применение дешифраторов с входом разрешения в качестве демультимплексоров. Особенности КМОП-мультиплексоров. Тема 4.2. Распределенные системы и их свойства.

Основные свойства распределенных управляющих систем: модульность, гибкость, наращиваемость, многофункциональность, мультимагистральность. Особенности децентрализованных распределенных систем: вопросы коммуникаций. Модель «клиент-сервер», многозадачность и распределение ресурсов.

Тема 4.2. Цифровые устройства последовательностного типа.

Применение последовательностных устройств в схемах управления. Триггеры, регистры, счетчики. Применение регистров сдвига для построения генераторов псевдослучайных последовательностей. Кольцевые схемы. Клеточные автоматы.

Тема 4.3. Применение ПЛИС в системах управления.

Основные технические параметры программируемых интегральных схем (ПЛИС). Понятие логической емкости. Разновидности ПЛИС – программируемые коммутируемые матричные блоки CPLD (Complex Programmable Logic Device) и программируемые вентиляльные матрицы FPGA (Field Programmable Gate Array). Номенклатура ПЛИС производства Altera и Xilinx. Архитектура и характеристики ПЛИС серий Spartan и Virtex. Применение ПЛИС в системах управления.

Раздел 5. Схемотехника блоков систем управления

Тема 5.1. Структурный синтез цифрового автомата. Автоколебательные и ждущие мультивибраторы.

Основные понятия теории конечных автоматов. Абстрактная модель цифрового автомата. Автоматы синхронные и асинхронные. Автоматы конечные и частичные. Автоматное время. Типы автоматов и способы задания их функционирования. Автоматы Мили и Мура. Таблицы переходов и выходов, граф автомата. Минимизация абстрактных автоматов. Структурный синтез цифрового автомата.

Формирователи укороченных и длинных импульсов на логических элементах. Триггер-формирователь импульсов (триггер Шмитта). Автоколебательные и ждущие мультивибраторы на логических элементах: принцип действия, разновидности схемной реализации, условия работоспособности и основные характеристики.

Автоколебательные и ждущие мультивибраторы на интегральном таймере: принцип действия, варианты схем, основные характеристики. Мультивибраторы на операционных усилителях. Генераторы псевдослучайных последовательностей. Генераторы линейно изменяющегося ступенчатого напряжения.

Тема 5.2. Системы импульсно-фазового управления.

Системы импульсно-фазового управления (СИФУ) мощностью на нагрузке. Формирование фазового сдвига аналоговыми и цифровыми схемами. Управление шаговыми двигателями с дроблением шага.

Тема 5.3. Примеры проектирования систем управления с использованием ЦАП и АЦП.

Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП). Основные характеристики, принципы построения. Схема ЦАП с взвешенными резисторами. ЦАП с матрицей резисторов типа R-2R.

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) сигналов, назначение, основные характеристики. АЦП параллельного действия. АЦП последовательного приближения. АЦП поразрядного приближения. АЦП следящего типа. АЦП на основе двойного интегрирования.

Раздел 6. Моделирование и оптимизация схемных решений в системах управления с заданными параметрами качества

Тема 6.1. Основные направления и перспективы развития систем управления.

Компьютерные пакеты моделирования и анализа узлов систем управления. Актуальность применения электронных систем управления, сравнительные характеристики, основные проблемы их практической реализации и эксплуатации.



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(дневная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Математические основы цифровой схемотехники	4			4			Опрос защита л/р
1.1	Системы счисления, используемые в цифровых устройствах	2			4			Опрос защита л/р
1.2	Основные понятия алгебры логики.	2						Опрос
2.	Оптимизация узлов систем управления	4						Опрос
2.1	Способы минимизации цифровых схем, построенных в инвертирующих базисах.	4						Опрос
3.	Элементная база цифровых систем управления	4						Опрос
3.1	Методы повышения быстродействия ключевых схем.	1						Опрос
3.2	Цифровые интегральные микросхемы.	1						Опрос
3.3	Проектирование цифровых устройств на программируемых микросхемах.	2						Опрос
4.	Схемотехника и применение цифровых узлов систем управления	4			12			Опрос, защита л/р
4.1	Арифметические цифровые устройства. Реализация шифраторов и дешифраторов.	1			4			Опрос защита л/р
4.2	Цифровые устройства последовательностного типа	1			4			Опрос, защита л/р
4.3	Применение ПЛИС в системах управления.	2			4			Опрос, защита л/р
5.	Схемотехника блоков систем управления	4						Опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.1	Структурный синтез цифрового автомата. Автоколебательные и ждущие мульти-вibrаторы	2						Опрос
5.2	Системы импульсно-фазового управления (СИФУ) мощностью на нагрузке.	1						Опрос
5.3	Примеры проектирования систем управления с использованием ЦАП и АЦП.	1						Опрос
6.	Моделирование и оптимизация схемных решений в системах управления с заданными параметрами качества.	2			4			Опрос, защита л/р
6.1	Основные направления и перспективы развития систем управления.	2			4			Опрос, защита л/р
	Текущая аттестация							Экзамен
	Итого	22			20			

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
(заочная форма получения образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Математические основы цифровой схемотехники	2						Опрос
1.1	Системы счисления, используемые в цифровых устройствах	1						Опрос
1.2	Основные понятия алгебры логики.	1						Опрос
2.	Оптимизация узлов систем управления	1						Опрос
2.1	Способы минимизации цифровых схем, построенных в инвертирующих базисах.	1						Опрос
3.	Элементная база цифровых систем управления	2						Опрос
3.1	Методы повышения быстродействия ключевых схем.	1						Опрос
3.2	Цифровые интегральные микросхемы.	1						Опрос
3.3	Проектирование цифровых устройств на программируемых микросхемах.							Опрос
4.	Схемотехника и применение цифровых узлов систем управления	3			4			Опрос, защита л/р
4.1	Арифметические цифровые устройства. Реализация шифраторов и дешифраторов.	1						Опрос
4.2	Цифровые устройства последовательностного типа	1			2			Опрос, защита л/р
4.3	Применение ПЛИС в системах управления.	1			2			Опрос, защита л/р
5.	Схемотехника блоков систем управления	1						Опрос

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.1	Структурный синтез цифрового автомата. Автоколебательные и ждущие мультивибраторы							Опрос
5.2	Системы импульсно-фазового управления (СИФУ) мощностью на нагрузку.	1						Опрос
5.3	Примеры проектирования систем управления с использованием ЦАП и АЦП.							Опрос
6.	Моделирование и оптимизация схемных решений в системах управления с заданными параметрами качества.	1			2			Опрос, защита л/р
6.1	Основные направления и перспективы развития систем управления.	1			2			Опрос, защита л/р
	Текущая аттестация							Экзамен
	Итого	10			6			

## ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### Основная литература

1. Храбров, Е.А. Цифровая электроника : учебное пособие для вузов / Е. А. Храбров, Ю. Е. Котова. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. – 271 с.
2. Браммер, Ю.А. Импульсная техника : учебник / Ю. А. Браммер, И. Н. Пашук. – Москва : Форум : Инфра-М, 2012. – 207 с.
3. Новиков Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику / Ю. В. Новиков. – Москва: ИНТУИТ: БИНОМ , 2007. – 343 с.
4. Опадчий Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника: учебник для вузов / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. – 768 с.
5. Ткаченко, Ф.А. Электронные приборы и устройства : учебник / Ф. А. Ткаченко. - Минск : Новое знание : Москва : ИНФРА-М, 2011. – 681 с.

### Дополнительная литература

6. Угрюмов Е. П. Цифровая схемотехника : учебное пособие для вузов / Е. П. Угрюмов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 800 с.
  7. Новожилов О.П. Основы цифровой техники. – М.: ИП РадиоСофт, 2004. – 528 с.
  8. Калабеков Б.А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы: учебник для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 336 с.
  9. Уэйкерли Дж. Проектирование цифровых устройств: в 2 т. / Дж. Уэйкерли; пер. с англ. – М.: Постмаркет, 2002. – 1072 с.
  10. Точки Р. Д. Цифровые системы. Теория и практика, 8-е изд. / Р. Д. Точки, Н. С. Уидмер; пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.
  11. Хернитер М. Е. Multisim. Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств / Марк Е. Хернитер; пер. с англ. – Изд. дом «ДМК-пресс», 2006. – 488 с.
  12. Гутников, В. С. Интегральная электроника в измерительных устройствах / В. С. Гутников. – 2-е изд. перераб. и доп. – Л. : Энергоатомиздат. – 1988.
- Список литературы сверен (Литовка И. В.)*  
Примерный перечень тем лабораторных занятий

1. Проектирование и исследование преобразователей кодов.
2. Проектирование и исследование элемента системы управления на комбинационных логических элементах.
3. Проектирование и исследование элемента системы управления на последовательностных логических элементах.
4. Реализация элемента системы управления на основе ПЛИС Xilinx.
5. Моделирование работы цифровых устройств в среде автоматизированного проектирования.

## Технологии обучения

Для организации процесса изучения учебной дисциплины «Схемотехника в системах управления» привлечены традиционные и инновационные образовательные технологии, ориентированные на формирование навыков самостоятельного и группового решения поставленных задач.

Лабораторные занятия проводятся с использованием персональных компьютеров, стендового оборудования и специальных отладочных комплектов. Контроль знаний проводится в ходе защиты лабораторной работы.

В качестве технических средств обучения при проведении лекционных занятий следует использовать видеопроекторную аппаратуру, а лабораторных занятий – персональные компьютеры.

Дополнительные методические материалы по выполнению групповых и индивидуальных заданий, в том числе в рамках самостоятельной работы, а также тестовые задания для самостоятельного контроля знаний будут размещаться на учебном портале университета.

### Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов организована в соответствии с Положением о самостоятельной работе студентов учреждения образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого» № 33, утвержденного ректором университета 14.10.2014.

Основными целями ее осуществления являются: активизация учебно-познавательной деятельности и формирование у студентов умений и навыков самостоятельного приобретения и практического применения знаний в области экономических и правовых аспектов предпринимательской деятельности в сфере автоматизации технологических процессов и промышленной электроники.

С учетом специфики и содержания учебной дисциплины «Схемотехника в системах управления» предполагается использование следующих форм самостоятельной работы студентов:

– контролируемая самостоятельная работа (проведение исследований необходимых для выполнения лабораторных работ в аудитории под контролем преподавателя);

– управляемая самостоятельная работа (выполнение теоретических расчетов и моделирования устройств при опосредованном контроле и управлении со стороны преподавателя);

– собственно самостоятельная работа (подготовка к рубежному контролю знаний и текущей аттестации (экзамену), организованная студентом самостоятельно).

Для организации эффективной самостоятельной работы студентов используется учебно-методическое обеспечение дисциплины, включающее современные информационные ресурсы и технологии (электронный курс дисциплины).

## Средства диагностики результатов учебной деятельности

Процедура диагностики результатов учебной деятельности студентов разработана и организована в соответствии с образовательным стандартом ОСВО 1-53 80 01-2012. Ее компоненты представлены:

- требованиями к осуществлению диагностики (определение объекта диагностики, измерение степени соответствия учебных достижений студента требованиям образовательного стандарта ОСВО 1-53 80 01-2012, оценивание результатов измерения на основе принятой шкалы оценок);

- шкалой оценок (оценка промежуточных и итоговых (экзаменационных) достижений студента производится по десятибалльной шкале в зависимости от количества и качества выполненных заданий, предусмотренных планом);

- критериями оценок, разработанными учреждением образования;

- инструментарием диагностики (выполнение и защита лабораторных работ, макетирование устройств (ПК-3, ПК-6, ПК-7, ПК-9));

Для диагностики соответствия учебных достижений студента предъявляемым требованиям используются типовые индивидуальные и лабораторные и практические работы, тесты для контроля знаний (АК-1, АК-2, АК-6 – АК-8, СЛК-3, СЛК-6).

Диагностика компетенций студента проводится в устной (ответы на занятиях, оценивание решения учебно-деловых ситуаций), письменной (контрольный опросы, письменное представление выполненных практических заданий, доклады и рефераты) и устно-письменной (экзамен) формах. (АК-1, АК-7, АК-8, СЛК-2, СЛК-3, СЛК-6).

Итоговая диагностика компетенций студента проводится с использованием контрольных вопросов и заданий, а также экзамена (АК-1, АК-2, АК-6-АК-8, СЛК-2, СЛК-3, СЛК-6, ПК-3, ПК-7 – ПК-9).