

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Саратовский национальный исследовательский государственный университет  
имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет nano- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебно-методической работе,  
профессор

Е.Ф. Елина

« 31 »

2016 г.



Рабочая программа дисциплины

**Цифровая схемотехника**

Направление подготовки бакалавриата  
03.03.02 «Физика»

Профиль подготовки бакалавриата  
Медицинская физика

Квалификация (степень) выпускника  
бакалавр

Форма обучения  
очная

Саратов, 2016 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

- Целью освоения дисциплины «Цифровая схемотехника» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений (владений) и изучение основ цифровой электроники и аналогово-цифровой схемотехники, принципов программного управления, схемотехнических решений, применяемых в современных микропроцессорах и микроконтроллерах, а также освоение методики проектирования цифровых устройств на их основе.

Задачами изучения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний о принципах аналого-цифрового и цифро--аналогового преобразования и специализированных интегральных микросхем;
- формирование владений методами и навыками расчета, составления программ и решения задач по проектированию схем и устройств, на базе интегральных микросхем, принципах построения сложных физико-технических комплексов и устройств;
- формирование умений проводить анализ аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования и специализированных интегральных микросхем;
- формирование знаний практического использования и реализации цифровых устройств.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина по выбору «Цифровая схемотехника» относится к вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)», раздел Б1.В.ДВ «Дисциплины по выбору», и изучается студентами дневного отделения факультета nano- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению 03.03.02 «Физика» и профилю подготовки «Медицинская физика», в течение 6-го учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по общему курсу физики, по аналоговой электронике и схемотехнике, по курсу принципы расширения стандартных прикладных программ и дает студентам новые знания в области элементной базы цифровой электроники и принципов построения цифровых электронных схем, что в общем контексте изучаемых дисциплин способствует приобретению студентами гармоничных знаний в области конструирования и технологии электронных средств.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Цифровая схемотехника» у обучающегося формируется общепрофессиональная компетенция: формируются следующие компетенции: ОПК-5, ПК-1, ПК-2.

ОПК-5. способность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации и навыки работы с компьютером как со средством управления информацией Компетенция ОПК-5 реализуется

ся в части способности использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при проектировании цифровых схем.

ПК-1. способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин. Компетенция ПК-1 реализуется в части способности использовать специализированные знания в области физики для освоения цифровой схемотехники.

ПК-2 способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий. Компетенция ПК-2 реализуется в части способности проводить научные исследования в области проектирования цифровых схем с помощью современной приборной базы.

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

- знать основы цифровой электроники, принципы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования и специализированных интегральных микросхем, принципы построения сложных физико-технических комплексов и устройств;
- уметь проводить анализ аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования и специализированных интегральных микросхем;
- владеть методами и навыками расчета, составления программ и решения задач по проектированию схем и устройств, на базе интегральных микросхем.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лаб	Пр	СРС	
1	Полупроводниковые схемотехнические элементы и схемы	6	1-2	2		2	4	

2	Схемотехнические проблемы построения цифровых узлов и устройств.	6	3-4	2		2	6	Опрос. Отчет по лабораторным работам
			1-4		4			
3	Функциональные узлы комбинационного типа.	6	5-6	2		2	6	Опрос. Отчет по лабораторным работам
			5-8		4			
4	Функциональные узлы последовательного типа (автоматы с памятью).	6	7-10	4		4	6	Опрос. Отчет по лабораторным работам
			9-10		2			
5	Счетчики. Примеры функциональных схем цифровых счетчиков.	6	11-14	4		4	6	Опрос. Отчет по лабораторным работам. Контрольная работа
			11-12		2			
6	Цифроаналоговые и аналого-цифровые устройства.	6	15-16	2		2	6	Опрос. Отчет по лабораторным работам
			13-16		4			
7	Запоминающие устройства	6	17	1	2	1	6	Опрос. Отчет по лабораторным работам
	Итого	6	1-17	17	34	17	40	Экзамен 36 часов

### *Содержание дисциплины*

#### **1. Полупроводниковые схемотехнические элементы и схемы.**

1.1. Пассивные RC- цепи. Фильтр нижних частот. Фильтр верхних частот. Компенсированный делитель напряжения. Пассивный полосовой RC-фильтр. Мост Вина-Робинсона.

- 1.2. Операционный усилитель. Свойства операционного усилителя. Принцип отрицательной обратной связи. Неинвертирующий усилитель. Инвертирующий усилитель.
- 1.3. Аналоговые вычислительные схемы. Схема суммирования. Схема вычитания. Схема интегрирования.
- 2. Схемотехнические проблемы построения цифровых узлов и устройств.**
  - 2.1. Модели и уровни представления цифровых устройств.
  - 2.2. Типы выходных каскадов цифровых элементов: логические, с открытым коллектором, с третьим состоянием.
  - 2.3. Вспомогательные элементы цифровых узлов и устройств: элементы задержки, формирования и генерации импульсных сигналов и элементы индикации.
- 3. Функциональные узлы комбинационного типа.**
  - 3.1. Двоичные дешифраторы. Схемотехническая реализация дешифраторов.
  - 3.2. Приоритетные и двоичные шифраторы. Применение дешифратора в качестве демультимплексора.
  - 3.3. Мультиплексоры. Нарастивание размерности.
  - 3.4. Компараторы кодов. Каскадирование компараторов.
  - 3.5. Сумматоры. Схемотехническая реализация вычитателя на сумматоре. Преобразователи кодов.
  - 3.6. Арифметико-логические устройства.
- 4. Функциональные узлы последовательного типа (автоматы с памятью).**
  - 4.1. Триггерные устройства (элементарные автоматы). Классификация триггеров. Логическое функционирование триггеров.
  - 4.2. Схемотехника триггерных устройств. Схема триггера с управлением фронтом. Синхронизация сигнала разрешения на триггере.
  - 4.3. Регистры. Схема вычисления разности значений кодов в двух последовательных тактах.
- 5. Счетчики. Примеры функциональных схем цифровых счетчиков.**
  - 5.1. Асинхронные счетчики. Делители частоты на счетчиках.
  - 5.2. Синхронные счетчики с асинхронным переносом. Увеличение разрядности. Делитель частоты. Формирователь пачки из 8 импульсов.
  - 5.3. Синхронные счетчики. Объединение счетчиков. Делитель частоты. Формирователь интервала заданной длительности.
- 6. Цифроаналоговые и аналого-цифровые устройства ( ЦАП и АЦП ).**
  - 6.1. Моделирование ЦАП с весовыми резисторами и ЦАП лестничного типа.
  - 6.2. Микросхемы ЦАП и АЦП. Уменьшение разрядности в ЦАП и АЦП.
  - 6.3. Схемы построения АЦП с параллельным интерфейсом ввода/вывода.
  - 6.4. АЦП последовательного приближения. Функция регистра последовательных приближений.
  - 6.5. АЦП с двойным интегрированием.
- 7. Запоминающие устройства.**
  - 7.1. Основные типы ЗУ. Оперативное запоминающее устройство. Постоянное запоминающее устройство.
  - 7.2. Микросхемы памяти. Типы информационных выводов.

- 7.3. Устройство ввода вывода в 32-разрядное адресное пространство IBM PC.
- 7.4. Уменьшение и увеличение количества разрядов ПЗУ.
- 7.5. ПЗУ как универсальная комбинационная микросхема.

## **5. Образовательные технологии**

При реализации различных видов учебной работы (лекции и лабораторные занятия, самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- Исследовательские методы в обучении
- Проблемное обучение

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 "Физика" реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, работа над проектами) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Использование интерактивных форм и методов обучения направлено на достижение ряда важнейших образовательных целей:

- стимулирование мотивации и интереса в осваиваемой предметной области;
- повышение уровня активности и самостоятельности обучаемых;
- развитие навыков анализа, критичности мышления, взаимодействия, коммуникации;
- саморазвитие и развитие обучаемых благодаря активизации мыслительной деятельности и диалогическому взаимодействию с преподавателем и другими участниками образовательного процесса.

При реализации программы дисциплины предусмотрены также встречи с представителями российских компаний.

### **Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:**

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.
- использование индивидуальных графиков обучения
- использование дистанционных образовательных технологий

### ***Перечень лабораторных работ***

1. Проектирование вспомогательных элементов цифровых узлов. Схемы задержки сигнала. Проектирование симметричных и несимметричных генераторов импульса. Элементы индикации.
2. Проектирование комбинационных схем. Анализ работы дешифраторов. Исследование работы приоритетного шифратора. Анализ работы мультиплексоров. Анализ работы арифметико-логических устройств.
3. Схемотехника триггерных устройств. Исследование работы триггеров. Исследование работы регистров. Проектирование функциональных схем на счетчиках.
4. Проектирование аналого-цифровых и цифроаналоговых схем. Цифроаналоговый преобразователь. Аналого-цифровой преобразователь.
5. Моделирование программно-управляемых устройств ввода-вывода ЭВМ. Исследование цепей формирования адресов УВВ. Исследование цепей управления шинным формирователем 72245.

Описания всех перечисленных лабораторных работ имеются на кафедре медицинской физики.

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего семестра и заключается в изучении литературы, подготовке к лекциям, лабораторным занятиям, в выполнении заданий лектора, работе в компьютерном классе или библиотеке, использовании интернет-технологий.

При проведении самостоятельной работы в ходе освоения дисциплины «Цифровая схемотехника» используются учебная и научно-исследовательская литература, а также Интернет-ресурсы, приведённые ( раздел 8).

#### Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;

- при подготовке к выполнению и отчетам по лабораторным работам тщательно изучать описание работы, задавать уточняющие вопросы преподавателю и дежурному инженеру, иметь отдельную тетрадь по лабораторному практикуму, для выполнения заданий и оформления отчетов;

- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время экзамена.

### ***Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе чтения лекций***

1. Двоичные дешифраторы. Схемотехническая реализация дешифраторов.

2. Приоритетные и двоичные шифраторы. Применение дешифратора в качестве демультиплексора.
3. Мультиплексоры. Нарращивание размерности.
4. Компараторы кодов. Каскадирование компараторов.
5. Сумматоры. Схемотехническая реализация вычитателя на сумматоре. Преобразователи кодов.
6. Триггерные устройства (элементарные автоматы). Классификация триггеров. Логическое функционирование триггеров.
7. Счетчики. Примеры функциональных схем цифровых счетчиков.
8. Основные типы ЗУ. Оперативное запоминающее устройство. Постоянное запоминающее устройство.
9. Микросхемы памяти. Типы информационных выводов.
10. Моделирование ЦАП с весовыми резисторами и ЦАП лестничного типа.
11. Микросхемы ЦАП и АЦП. Уменьшение разрядности в ЦАП и АЦП.
12. Схемы построения АЦП с параллельным интерфейсом ввода/вывода.

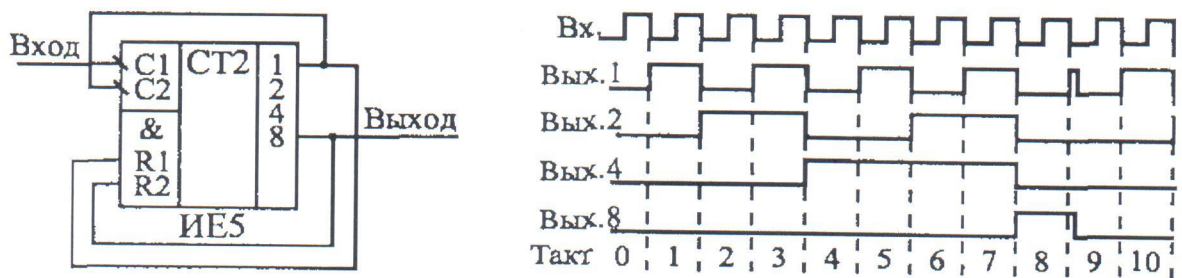
### *Контрольные работы*

В ходе изучения дисциплины в часы лекционных занятий студенты выполняют контрольные работы. При подготовке к контрольной работе необходимо использовать материал прочитанных лекций.

#### Контрольная работа.

##### **Вариант А.**

Собрать схему делителя частоты на величину  $10+N$ , где  $N$ - номер по списку группы.



**Рис. 5.7.** Делитель частоты на 9 с обратными связями.

##### **Вариант Б.**

Используя модельный дешифратор воспроизвести логическую функцию задаваемую номером  $F=10*N$ .



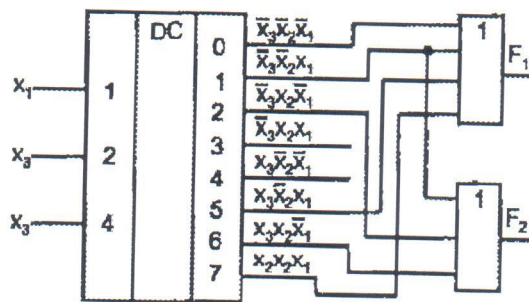


Рис. 2.6. Схема воспроизведения произвольных логических функций с помощью дешифратора и дизъюнкторов

Результаты выполнения контрольных работ учитываются при проведении промежуточной аттестации студентов.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена (6-й семестр).

### *Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины*

1. Пассивные RC- цепи. Фильтр нижних частот. Фильтр верхних частот. Компенсированный делитель напряжения.
2. Операционный усилитель. Свойства операционного усилителя. Принцип отрицательной обратной связи. Неинвертирующий усилитель. Инвертирующий усилитель.
3. Аналоговые вычислительные схемы. Схема суммирования. Схема вычитания. Схема интегрирования.
4. Типы выходных каскадов цифровых элементов: логические, с открытым коллектором, с третьим состоянием, с открытым эмиттером.
5. Вспомогательные элементы цифровых узлов и устройств: элементы задержки, формирования и генерации импульсных сигналов и элементы индикации.
6. Двоичные дешифраторы. Схемотехническая реализация дешифраторов.
7. Приоритетные и двоичные шифраторы. Применение дешифратора в качестве демультиплексора.
8. Мультиплексоры. Нарастивание размерности.
9. Компараторы кодов. Каскадирование компараторов.
10. Сумматоры. Схемотехническая реализация вычитателя на сумматоре. Преобразователи кодов.
11. Арифметико-логические устройства.
12. Триггерные устройства (элементарные автоматы). Классификация триггеров. Логическое функционирование триггеров.
13. Схемотехника триггерных устройств. Схема триггера с управлением фронтом. Синхронизация сигнала разрешения на триггере.
14. Регистры. Схема вычисления разности значений кодов в двух последовательных тактах.
15. Счетчики. Примеры функциональных схем цифровых счетчиков.
16. Основные типы ЗУ. Оперативное запоминающее устройство. Постоянное запоминающее устройство.
17. Микросхемы памяти. Типы информационных выводов.

18. Моделирование ЦАП с весовыми резисторами и ЦАП лестничного типа.
19. Микросхемы ЦАП и АЦП. Уменьшение разрядности в ЦАП и АЦП.
20. Схемы построения АЦП с параллельным интерфейсом ввода/вывода.
21. АЦП последовательного приближения. Функция регистра последовательных приближений.
22. АЦП с двойным интегрированием.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в се-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
6	10	20	20	10	0	10	30	100

местре.

### ***Программа оценивания учебной деятельности студента 6-й семестр.***

#### **Лекции**

Посещаемость, отчёты по лекционным занятиям – от 0 до 10 баллов.

#### **Лабораторные занятия**

Отчёты по практическим занятиям – от 0 до 20 баллов.

#### **Практические занятия:**

Выполнение практических занятий – от 0 до 20 баллов.

#### **Самостоятельная работа**

Выполнение контрольных заданий от 0 до 10 баллов.

#### **Автоматизированное тестирование**

Не предусмотрено.

#### **Другие виды учебной деятельности:**

Контрольная работа – от 0 до 10 баллов.

#### **Промежуточная аттестация**

Экзамен, от 0 до 30 баллов.

Ранжирование ответов студентов при проведении промежуточной аттестации:

ответ на «отлично» – **21-30 баллов**

ответ на «хорошо» – **11-20 баллов**

ответ на «удовлетворительно» – **6-10 баллов**

неудовлетворительный ответ. – **0-5 баллов**

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Цифровая схемотехника» составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Цифровая схемотехника» в оценку осуществляется в соответствии с таблицей 2:

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов в оценку

86 - 100 баллов	«отлично»
70 - 85 баллов	«хорошо»
50 - 69 баллов	«удовлетворительно»
меньше 50 баллов	«неудовлетворительно»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: - в конце 9 и 17 недель обучения.

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине, может быть проставлена без сдачи ими теоретического зачета на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Новиков Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Москва., Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. - 343 с. ЭБС "IPRBOOKS ✓
2. Топильский В. Б. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей [Электронный ресурс] : учебное издание / - Москва : Техносфера, 2014. - 288 с. ЭБС IPRbooks. ✓
3. Лоскутов Е.Д. Схемотехника аналоговых электронных устройств [Текст] : учебное пособие / - [Б. м.] : Вузовское образование, 2016. - Б. ц. ЭБС "IPRBOOKS ✓

### б) дополнительная литература:

- 1 Муханин Л.Г. Схемотехника измерительных устройств. – СПб.: М.; Краснодар : Лань, 2009. – 281 с. (81 экз) ✓
- 2 Топильский, Виктор Борисович. Схемотехника измерительных устройств. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 231 с. (20 экз.) ✓
- 3 Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 448 с. (50 экз.) ✓

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2007
4. NI Multisim 10
5. Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Добдин С.Ю. Программирование микро-процессорных систем – Учебно-методическое пособие, 2014. 30 с.  
[http://www.sgu.ru/sites/default/files/method\\_info/2014/mps.pdf](http://www.sgu.ru/sites/default/files/method_info/2014/mps.pdf).
6. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа:  
<http://window.edu.ru/window/>
7. Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского. – Режим доступа:  
<http://library.sgu.ru/>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Цифровая схемотехника» проводятся в аудитории, отвечающей санитарным нормам и правилам пожарной безопасности, оснащенной компьютерной техникой, интерактивной доской, наглядными демонстрационными материалами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению «Физика» с учетом профиля подготовки «Медицинская физика».

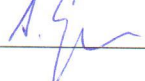
Программа разработана в 2011 г. (одобрена на заседании кафедры медицинской физики от 16 февраля 2011 г., протокол № 9).

Программа актуализирована в 2016 г. (одобрена на заседании кафедры медицинской физики от 05.04.2016 г., протокол №9).

Автор:

профессор, д.ф.-м.н.  А.В. Скрипаль

Зав. кафедрой медицинской физики,  
профессор

 Ан. В. Скрипаль  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Декан факультета нано- и биомедицинских  
технологий, профессор

 С.Б. Вениг  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.