



**ГОУ ВПО РОССИЙСКО – АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ)  
УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДЕНО УС РАУ**

Ректор   **А.Р. Гарбинян**

**08.08.2020 г., протокол №8**

**ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ» ПО ПРОФИЛЮ ОСНОВНОЙ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ  
«КОНСТРУИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ  
ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»**

## **1. Аннотация**

### ***Актуальность программы***

- Образовательная программа предполагает обучение специалистов проектированию интегральных схем. В последние годы наряду с развитием современных полупроводниковых технологий ужесточаются требования, предъявляемые к интегральным схемам (ИС).
- В связи с динамичным развитием систем проектирования и многообразием применяемых решений при проектировании интегральных схем, все более актуальной становится автоматизация задачи. Преподавание дисциплин связанных с проектированием интегральных схем является необходимым фактором в процессе подготовки высококвалифицированных кадров.

### ***Цель реализации программы***

Изучение основных принципов и методов проектирования, анализа цифровых и аналоговых интегральных схем.

Ознакомление с принципами аналоговой микросхемотехники, методов улучшения их параметров, исследования их структур.

Формирование необходимых теоретических знаний и практических навыков проектирования интегральных схем.

Программа повышения квалификации «Проектирование интегральных схем» направлена на совершенствование и получение новой компетенции в области проектировании цифровых и аналоговых интегральных схем, необходимой для профессиональной деятельности, и повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

### ***Задача реализации программы***

Ознакомление с текущим положением реализуемых теоретических и экспериментальных исследований, проводимых в ведущих IT-компаниях.

**2. Уровень образовательной программы** – дополнительное профессиональное образование.

**3. Вид образовательной программы:** дополнительная (повышение квалификации).

**4. Трудоемкость программы повышения квалификации**

Настоящая программа рассчитана на 80 академических часов.

- 5. Форма обучения** - очная с применением дистанционных образовательных технологий в режиме видеоконференц – связи
- 6. Срок освоения программы** 8 недель по 5 занятий в неделю.
- 7. Категориями слушателей для программы повышения квалификации являются** лица, имеющие среднее профессиональное и высшее образование (преподаватели высших учебных заведений, учителя старшей школы, научные сотрудники).
- 8. Для приема на обучение предоставляются следующие документы:**
- 8.1.** Заполненная в установленной форме заявка.
- 8.2.** Копия документа, удостоверяющего личность.
- 8.3.** Диплом о наличии среднего профессионального или высшего образования лица, имеющие среднее профессиональное и высшее образование.
- 9. Планируемые результаты обучения:**
- **Знания:** основных принципов и методов проектирования цифровых и аналоговых интегральных схем
  - **Умения:** анализировать и синтезировать цифровые и аналоговые интегральные схемы
  - **Навыки:** использование программных инструментальных средства проектирования
- 10. Описание перечня профессиональных компетенций, формируемых в результате освоения программы повышение квалификации:**
- **Научное мышление:** Способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;
  - **Исследовательская деятельность:** Способность самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных;
  - **Владение информационными технологиями:** Способность применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности;

- **Компьютерная грамотность:** Способность применять современные компьютерные технологии для подготовки текстовой и конструкторско-технологической документации с учетом требований нормативной документации.

**11. Форма итоговой аттестации - устный экзамен**

**12. Распределение объема программы по разделам и/или темам и видам учебной работы**

Разделы/темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции (ак. часов)	Практ. занятия (ак. часов)	Семина-ры (ак. часов)
<b>1</b>	<b>2=3+4+5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Раздел 1. Основные понятия проектирования интегральных схем</b>	<b>26</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>Введение</b>		<b>2</b>		
Тема 1. Основные компоненты и структура интегральных схем		<b>2</b>		<b>2</b>
Тема 2. Структура PMOS и NMOS транзисторов		<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Тема 3. Этапы проектирования интегральных схем		<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Тема 4. Методы проектирования интегральных схем		<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Раздел 2. Цифровые интегральные схемы</b>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
Тема 5. Классификация цифровых схем		<b>2</b>		<b>1</b>
Тема 6. Структура МОП-транзистора n-типа и p-типа		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Тема 7. Классификация триггеров		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Тема 8. Назначение и типы регистров		<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Тема 9. Классификация счетчиков		<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Раздел 3. Аналоговые интегральные схемы</b>	<b>28</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
Тема 10. Отличие принципов действия ВJT и MOS транзисторов		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Тема 11. Взаимодействие пары «Транзистор-		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

резистор»				
Тема 12. Сравнительная оценка основных параметров ВЛТ и МОСТранзисторных усилителей		2	1	1
Тема 13. Диодное включение МОСТранзистора		2	1	1
Тема 14. Дифференциальный усилитель		2	1	1
Тема 15. Генератор стабильного тока		4	2	2
<b>ИТОГО</b>	<b>80</b>	<b>44</b>	<b>18</b>	<b>18</b>

### 13. Содержание разделов/тем программы

#### Введение

#### Раздел 1. Основные понятия проектирования интегральных схем

**Тема 1.** Основные компоненты и структура интегральных схем.

Понятие интегральной схемы. Классификация интегральных схем. Реализация полупроводниковых ИС. Процесс производства ИС. Литография. Масштабирование.

**Тема 2.** Структура PMOS и NMOS транзисторов. Режимы переключения PMOS и NMOS транзисторов. Схемотехническое и физическое проектирование.

**Тема 3.** Этапы проектирования интегральных схем. Процесс проектирования интегральных схем. Уровни проектирования ИС.

**Тема 4.** Методы проектирования интегральных схем. Программные инструменты, используемые для проверки проектирования. Технологическое масштабирование. Расходы производства ИС. Тестирование ИС.

#### *Литература:*

1. N. Weste, D. Harris *CMOS VLSI Design: A Circuits and Systems Perspective*, Addison Wesley, 4 edition, 2010
2. B. Razavi *Fundamentals of Microelectronics*, Wiley, 2 edition, 2013
3. R. J. Baker, H. W. Li, D. E. Boyce *CMOS. Circuit design, Layout and Simulation*, Wiley-IEEE Press, 3 edition, 2010
4. O. Wing *Classical Circuit Theory*, Springer, 2010
5. H. Vollmer *Introduction to Circuit Complexity: A Uniform Approach*, Springer, 2010

#### Раздел 2. Цифровые интегральные схемы.

**Тема 5.** Классификация цифровых схем. Особенности цифровых схем. Параметры и характеристики цифровых схем.

**Тема 6.** Структура МОП-транзистора n-типа и p-типа. Элементы комплементарной МОП логики (КМОП). Инвертор, схемы И,ИЛИ, XOR и другие схемы на основе КМОП логики.

**Тема 7.**Классификация триггеров. Асинхронный и синхронный RS-триггер. D-триггер, JK-триггер, T-триггер. Тестируемые триггеры.

**Тема 8.** Назначение и типы регистров. Сдвигающие, буферные, кольцевые регистры. Универсальный сдвигающий регистр.

**Тема 9.**Классификация счетчиков. Асинхронные и синхронные счетчики. Счетчики на основе сдвигающих регистров: кольцевые счетчики и счетчики Джонсона.

***Литература:***

1. Ch. Hawkins, J. Segura, P. Zarkesh-На *“CMOS Digital Inegrated Circuits: A First Course”*, SciTech publishing, 2012
2. А.К. Туманян *“Основы цифрового проектирования с использованием языка Verilog”* Чартарагет, 2012
3. K. Yeap *“Fundamentals of Digital Integrated Circuit Design”*, AuthorHouse, 2011
4. J. M. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic *“Digital Integrated Circuits”*, Prentice Hall, 3 edition, 2008
5. J. Walkerly. *Digital Design Principles and Practices. Prentice Hall, 4 edition, 2006*

**Раздел 3. Аналоговые интегральные схемы.**

**Тема 10.** Отличие принципов действия BJT и MOS транзисторов. Влияние эффектов «balk» и «модуляции канала» MOS транзисторанаего ВАХ. Отличие вольт-амперных характеристик BJT и MOS транзисторов.

**Тема 11.**Взаимодействие пары «Транзистор-резистор». Режимы работы BJT и MOS транзисторовна ВАХ,области аналоговых и цифровыхфункций.

**Тема 12.** Сравнительная оценка основных параметров BJT и MOS транзисторных усилителей. Входные и выходные сопротивления, усилениетока и напряжения, передаточные характеристики, быстродействие и Эффект Миллера, каскодный усилитель.

**Тема 13.**Диодное включение MOS транзистора. Варианты усилительного каскада с различными нагрузочными элементами.

**Тема 14.** Дифференциальный усилитель. Базовая схема и принцип действия дифференциального усилителя. Передаточные характеристики, эквивалентные схемы, основные параметры.

**Тема 15.** Генератор стабильного тока. Термостабильность, зеркалотока, схемные решения.

*Литература:*

1. *T. Carusone, Analog Integrated Circuit Design, 2012*
2. *P. Wambasq, W. Sansen, Distortion Analysis of Analog Integrated Circuits, 2011*
3. *R. Gray, J. Hurst, H. Lewis, Analysis and Design of Analog Integrated Circuits, 2009*
4. *F. Witte, K. Makinwa and H. Huijsing, Dynamic Offset Compensated CMOS Amplifiers (Analog Circuits and Signal Processing), 2009*
5. *B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, 2003*

**14.** Лицам, успешно освоившим соответствующую дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации.

**15.** Программа составлена кафедрами: Микроэлектронные схемы и системы, Общей физики и квантовых наноструктур и одобрена Советом Инженерно-физического института РАН.