

## Программа учебной дисциплины «Интегральные схемы инфокоммуникационных устройств»

Утверждена  
Академическим советом ООП  
Протокол № 4 от «28»\_06\_2018 г.

Автор	Каперко А.Ф.
Число кредитов	6
Контактная работа (час.)	40
Самостоятельная работа (час.)	188
Курс	4
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курса

### I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Целями освоения дисциплины «Интегральные схемы для инфокоммуникационных устройств» являются овладение студентами основными концепциями интегральных схем мобильной связи в области инфокоммуникаций.

В результате освоения дисциплины студент должен:

#### **знать:**

- основные принципы разработки интегральных схем, роль и место таких схем в системах связи и инфокоммуникационной технике;
- основные принципы построения и классификации интегральных схем инфокоммуникационной техники;
- основные характеристики и особенности работы интегральных схем инфокоммуникационной техники.

#### **уметь:**

- применять интегральные схемы для основных типовых технических средств инфокоммуникационной техники и для систем связи;
- ставить и решать схемотехнические задачи, связанные с выбором интегральных схем для инфокоммуникационных устройств, а также оценивать эффективность применения альтернативных элементов и устройств в конкретных ситуациях.

#### **владеть:**

опытом разработки, моделирования и тестирования электронных устройств инфокоммуникационной техники, применяемых в различных системах связи.

Изучение дисциплины «Интегральные схемы для инфокоммуникационных устройств» базируется на следующих дисциплинах:

- «Физика»;
- «Электроника».

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- иметь навыки самостоятельной работы с литературой;
- владеть методами использования поисковых систем для поиска информации в сети

## **II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### Раздел 1. Интегральные схемы для аналоговых инфокоммуникационных устройств.

#### **Тема 1. Классификация аналоговых и цифровых интегральных схем, предназначенных для инфокоммуникационной техники.**

Содержание лекции:

Классификация интегральных схем. Особенности обозначения ИС. Основные материалы и технологические операции при производстве современных интегральных схем.

#### **Тема 2. Интегральные схемы операционных усилителей.**

Содержание лекции:

Интегральные схемы операционных усилителей. Параметры, характеристики, схемотехнические особенности, принцип работы операционных усилителей (ОУ). Обратная связь в операционных усилителях. Положительная и отрицательная обратная связь.

#### **Тема 3. Линейные и нелинейные схемы на операционных усилителях.**

Содержание лекции :

Линейные и нелинейные схемы и устройства, выполняющие математические операции на операционных усилителях: сумматоры, вычитатели, интеграторы, дифференциаторы, логорифмирующие усилители, антилогорифмирующие усилители, фазовращатели. Ограничители амплитуды и активные фильтры на операционных усилителях. Основные характеристики и особенности работы.

#### **Тема 4. Генераторы гармонических и импульсных сигналов.**

Содержание лекции:

Генераторы гармонических сигналов. Параметры, характеристики, условия возникновения и генерирования гармонических колебаний. Автоколебательные генераторы с двумя ОС. Управляемые автогенераторы. Применение ОУ для построения генераторов. Генераторы импульсных сигналов. Мультивибраторы на ОУ. Расчет длительности генерируемых импульсов. Основные параметры. Разновидности генераторов сигналов пилообразного напряжения.

### Раздел 2. Интегральные схемы цифровых инфокоммуникационных устройств.

#### **Тема 1. Интегральные схемы транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки.**

Содержание лекции:

Особенности построения логических устройств. Интегральные схемы на биполярных транзисторах с диодами Шоттки. Переходные процессы ТТЛ-схем со сложным инвертором.

#### **Тема 2. Интегральные схемы эмиттерно-связанной логики.**

Содержание лекции:

Интегральные схемы эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ). Принципиальная схема, статические параметры. Анализ переходных процессов логических схем на переключателях тока.

#### **Тема 3. Интегральные схемы на комплементарных МДП – транзисторах.**

Содержание лекции:

Интегральные схемы на КМДП-транзисторах. Сравнительный анализ БиКМОП интегральных схем.

### Раздел 3. Интегральные схемы аналоговых и цифровых преобразователей электрических сигналов.

#### **Тема 1. Аналого – цифровые преобразователи.**

Содержание лекции:

Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Классификация, основные электрические параметры, схемы включения. Последовательные, параллельные и последовательно-параллельные АЦП. Интегрирующие АЦП. Сигма – дельта АЦП.

#### **Тема 2. Цифро – аналоговые преобразователи.**

Содержание лекции:

Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Классификация, основные параметры, схемы включения, область применения. Микроэлектронные ЦАП.

#### **Тема 3. Функциональные устройства ЦАП-АЦП.**

Содержание лекции:

Источники опорных напряжений на биполярных и полевых транзисторах. Аналоговые устройства выборки и хранения. Применение микросхем ЦАП и АЦП.

### Раздел 4. Перспективы развития монолитных интегральных схем СВЧ диапазона.

#### **Тема 1. Сравнительные характеристики микросхем на основе Si, SiGe, GaAs, GaN, AlGaIn/GaN.**

Содержание лекции:

Общие сведения о биполярных транзисторах с гетеропереходами, оптоэлектронных приборах на основе GaAs. Основные технические параметры монолитных интегральных схем на основе GaAs, GaN, AlGaIn/GaN.

#### **Тема 2. Направления развития интегральных микросхем на основе структур кремний-на-изоляторе (КНИ) и кремний-на-сапфире (КНС).**

Содержание лекции:

Общие сведения о радиационно-стойких микросхемах на основе КНС и КНИ-структур.

### **III. ОЦЕНИВАНИЕ**

Преподаватель оценивает самостоятельную работу и работу студентов на семинарах по результатам выполнения контрольной работы и результатам решения задач. Оценки за самостоятельную работу и работу на семинарах преподаватель выставляет в рабочую ведомость.

Текущая оценка рассчитывается по формуле:

$$O_{\text{текущий}} = 0,5 \cdot O_{\text{к/р}} + 0,5 \cdot O_{\text{семинар}}.$$

Накопленная оценка равна оценке за текущий контроль:

$$O_{\text{накопленная}} = O_{\text{текущий}}.$$

Результирующая оценка за дисциплину рассчитывается следующим образом:

$$O_{результ} = 0,5 \cdot O_{накопленная} + 0,5 \cdot O_{итоговая}$$

Для округления всех типов оценок используется арифметический способ (до ближайшего целого числа).

В диплом выставляется результирующая оценка за дисциплину.

#### IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Примерный перечень вопросов к экзамену:

- Интегральные схемы операционного усилителя. Основные параметры.
- Структура операционного усилителя. Составные элементы, принцип работы.
- Операционные усилители. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики.
- Обратные связи в операционных усилителях (интегратор и дифференциатор).
- Генераторы синусоидальных сигналов. Структурная схема, параметры. Условия самовозбуждения генераторов.
- Обратные связи в интегральных операционных усилителях (логарифматор и антилогарифматор).
- Генераторы синусоидальных сигналов без поворота фазы в цепи положительной обратной связи.
- Обратные связи в интегральных операционных усилителях (фазовращатель).
- Генераторы синусоидальных сигналов с поворотом фазы сигнала в цепи положительной обратной связи.
- Обратные связи в операционных усилителях. Последовательная операционная схема.
- Активные фильтры. Амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристики.
- Обратные связи в операционных усилителях. Параллельная операционная схема.
- Активные фильтры нижних частот. Амплитудно-частотная, фазо-частотная и передаточная характеристики.
- Активные фильтры верхних частот. Амплитудно-частотная, фазо-частотная и передаточная характеристики.
- Многосвязные фильтры. Фильтры Бесселя, Баттерворта, Чебышева.
- Мультивибратор на операционном усилителе. Принципиальная схема, принцип работы, временные параметры.
- Особенности функционирования и составные элементы интегральной схемы эмиттерно – связанной логики (ЭСЛ).
- Основные элементы, статические и динамические параметры интегральной схемы эмиттерно – связанной логики.
- Особенности функционирования интегральной схемы на комплементарных МДП – транзисторах (КМДП).
- Особенности функционирования схем ТТЛ с диодами Шоттки.
- Особенности функционирования БИКМОП интегральных схем.
- Классификация интегральных схем. Особенности обозначения ИС.
- Основные технологические операции при производстве интегральных схем.
- Основные параметры, характеризующие логический элемент: функциональные, режимные, статические, динамические, технико – экономические.
- Современные стандарты цифровых сигналов.

- Принципиальная схема интегрального компаратора. Особенности работы.
- Основные электрические параметры аналого – цифровых преобразователей (АЦП).
- Примеры функционирования последовательных АЦП.
- Классификация аналого – цифровых преобразователей.
- Примеры построения и функционирования параллельных АЦП.
- Примеры построения и функционирования последовательно - параллельных АЦП.
- Основные параметры цифро – аналоговых преобразователей (ЦАП).
- Примеры построения и функционирования ЦАП с матрицей  $R^{-2R}$ .
- Основные элементы, входящие в быстродействующий интегральный ЦАП.
- АЦП и ЦАП на основе  $\Sigma\Delta$  – модуляции.

## V. РЕСУРСЫ

### 5.1 Основная литература

1. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника: учебник для вузов / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2004. – 790 с. - ISBN 5-06-004271-5.
2. Белоус, А. И. Основы схемотехники микроэлектронных устройств / А. И. Белоус, В. А. Емельянов, А. С. Турцевич. – М.: Техносфера, 2012. – 472 с. – (Сер. "Мир электроники") . - ISBN 978-5-948363-07-3.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Рабаи, Ж. М. Цифровые интегральные схемы: методология проектирования / Ж. М. Рабаи, А. Чандракасан, Б. Николич; Пер. с англ. и ред. А. В. Назаренко. – 2-е изд. – М.; СПб.; Киев: Вильямс, 2007. – 911 с. - ISBN 978-5-84591-116-2.

### 5.3 Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Windows 10\	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
2.	Microsoft Office Professional Plus 2010	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>

### 5.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для углубленного изучения разделов данной программы могут использоваться учебные лабораторные стенды National Instruments, стенды УМ-16 (10 шт.) и стенды УМ-11 (10 шт.) для исследования цифровых интегральных микросхем, осциллографы, генераторы импульсных сигналов, миллиамперметры, вольтметры, источники питания.