

**Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
"Национальный исследовательский университет  
"Высшая школа экономики"**

Московский институт электроники и математики им. А.Н.Тихонова  
Департамент электронной инженерии

**Программа дисциплины  
Интегральные схемы инфокоммуникационных устройств**

для образовательной программы «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»  
уровень - бакалавр

Разработчик программы:

Каперко Алексей Федорович, д.т.н., профессор, akaperko@hse.ru

Одобрена на заседании департамента электронной инженерии 22 июня 2017 г

Руководитель департамента Б.Г. Львов \_\_\_\_\_

Рекомендована Академическим советом образовательной программы

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г., № протокола \_\_\_\_\_

Утверждена «\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.

Академический руководитель образовательной программы

И.В. Назаров \_\_\_\_\_

Москва, 2017

*Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями  
университета и другими вузами без разрешения подразделения-разработчика программы.*



## 1 Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, учебных ассистентов и студентов направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», изучающих дисциплину «Интегральные схемы для инфокоммуникационных устройств».

Программа разработана в соответствии с:

- ОС ФГАОУ ВПО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»;
- Образовательной программой 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».
- Рабочим учебным планом университета по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденным в 2017 г.

## 2 Цели освоения дисциплины

Цель преподавания дисциплины: студенты должны овладеть теоретическими и практическими знаниями по интегральным схемам мобильной связи и инфокоммуникационной техники, ориентированными на создание отечественных импортозамещающих электронных средств для обеспечения национальной безопасности страны.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

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.

Студент должен 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.

Студент должен приобрести опыт разработки, моделирования и тестирования электронных устройств инфокоммуникационной техники, применяемых в различных системах связи.

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:



Компетенция	Код компетенции по порядку	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способность работать с информацией: находить, оценивать и использовать информацию из различных источников, необходимую для решения научных и профессиональных задач	УК-5	Демонстрирует способность работать с информацией	Практические занятия и самостоятельная работа студентов
Способность вести исследовательскую деятельность, включая анализ проблем, постановку целей и задач, выделение объекта и предмета исследования, выбор способа и методов исследования, а также оценку его качества	УК-6	Владеет основными методами исследовательской деятельности, способами и средствами получения, хранения, переработки информации	Лекционный курс, практические занятия и самостоятельная работа студентов
Способен к поиску, сбору, анализу и систематизации отечественной и зарубежной научно-технической информации по тематике исследований в области ИКТСС на русском и иностранном языках	ПК-1	Владеть основными методами выявления сущности проблем в профессиональной деятельности	Лекционный курс, практические занятия и самостоятельная работа студентов
Способен анализировать и систематизировать результаты экспериментальных и научных исследований и делать обоснованные выводы при установлении данных для решения задач проектирования технологий и изделий инфокоммуникационной техники	ПК-4	Владеет основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	Практические занятия и самостоятельная работа студентов
Способен участвовать в работах по практическому применению результатов исследований в конструкторские и технологические проекты и производство изделий инфокоммуникационной техники	ПК-5	Владеет основными методами практической деятельности по конструированию и производству изделий ИКТСС	Практические занятия и самостоятельная работа студентов
Способен выбирать и применять необходимые справочные материалы, нормы и стандарты при разработке и оформлении документации конструкторских и технологических проектов, документации по программам испытаний и эксплуатации, документации по защите объектов интеллектуальной собственности, полученных в результате исследований и разработок	ПК-10	Владеет основными приемами сбора и применения необходимых справочных материалов, норм и стандартов при разработке и оформлении документации конструкторских и технологических проектов	Практические занятия и самостоятельная работа студентов



#### 4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к блоку по выбору «Приборы и устройства мобильной связи и коммуникаций» Профессионального цикла, обеспечивающих подготовку бакалавра по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи».

Изучение данной дисциплины 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 Интернет.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при выполнении преддипломной практики и подготовке выпускной квалификационной работы.

#### 5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции и	Семинары	Практические занятия	
1	Интегральные схемы для аналоговых инфокоммуникационных устройств	68	6	8		54
2	Интегральные схемы цифровых инфокоммуникационных устройств	64	4	6		54
3	Интегральные схемы аналоговых и цифровых преобразователей электрических сигналов	62	4	4		54
5	Перспективы развития монолитных интегральных схем СВЧ диапазона	34	4			30

#### 6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	4 курс 2,3 модуль	Параметры
Итоговый	Экзамен	*	Устный ответ, подготовка 60 минут

##### 6.1 Критерии оценки знаний, навыков

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.

###### 6.1.1. Текущий контроль

Формы контроля:

- Контрольная работа – письменная работа 80 минут.



Критерии оценки:

- «Отлично» (8-10 баллов) – вопрос полностью раскрыт;
- «Хорошо» (6-7 баллов) – вопрос раскрыт с несущественными ошибками;
- «Удовлетворительно» (4-5 баллов) – вопрос раскрыт с существенными ошибками;
- «Неудовлетворительно» (0-3 балла) – вопрос не раскрыт.

**6.1.2. Итоговый контроль** представляет собой устный ответ на 2 теоретических вопроса.

Критерии оценки:

- «Отлично» (8-10 баллов) – вопрос полностью раскрыт;
- «Хорошо» (6-7 баллов) – вопрос раскрыт с несущественными ошибками;
- «Удовлетворительно» (4-5 баллов) – вопрос раскрыт с существенными ошибками;
- «Неудовлетворительно» (0-3 балла) – вопрос не раскрыт.

## 7 Содержание дисциплины:

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

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

Содержание лекции (1 час):

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

Семинар 2 часа.

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

Содержание лекции (2 часа):

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

Семинар 2 часа.

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

Содержание лекции (1 час):

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 сигналов.**

Содержание лекции (1 час):

Генераторы гармонических сигналов. Параметры, характеристики, условия возникновения и генерирования гармонических колебаний. Автоколебательные генераторы с двумя ОС. Управляемые автогенераторы. Применение ОУ для построения генераторов.

Семинар 2 часа.

**Тема 5. Генераторы импульсных сигналов.**

Содержание лекции (1 час):



Генераторы импульсных сигналов. Мультивибраторы на ОУ. Расчет длительности генерируемых импульсов. Основные параметры. Разновидности генераторов сигналов пилообразного напряжения.

Семинар 2 часа.

Общий объем самостоятельной работы по разделу – 54 часа.

## Раздел 2. Интегральные схемы цифровых инфокоммуникационных устройств.

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

Содержание лекции (1 час):

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

Семинар 2 часа.

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

Содержание лекции (1 час):

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

Семинар 2 часа.

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

Содержание лекции (1 час):

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

Семинар 2 часа.

### **Тема 4. Преобразователи уровней напряжения логических элементов интегральных схем.**

Содержание лекции (1 час):

Преобразователи уровней напряжения логических элементов. Согласование разнотипных логических элементов между собой.

Общий объем самостоятельной работы по разделу – 54 часа.

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

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

Содержание лекции (2 часа):

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

Семинар 2 часа.

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

Содержание лекции (2 часа):

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

Семинар 2 часа.



Общий объем самостоятельной работы по разделу – 54 часа.

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

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

Содержание лекции (2 часа):

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 (2 часа):

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

Общий объем самостоятельной работы по разделу – 30 часов.

## **8 Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента**

### **8.1 Тематика заданий текущего контроля**

Текущий контроль оценивается в ходе семинарских занятий по темам указанным в содержании дисциплины.

### **8.2 Вопросы для оценки качества освоения дисциплины**

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.
- Многозвенные 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 построения интегральных преобразователей уровней ТТЛ в уровни ЭСЛ.
- Особенности построения интегральных преобразователей уровней ЭСЛ в уровни ТТЛ.
- Особенности построения интегральных преобразователей уровней ТТЛ в уровни КМДП.
- Особенности построения интегральных преобразователей уровней КМДП в уровни ТТЛ.
- 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.

## 9 Порядок формирования оценок по дисциплине

Преподаватель оценивает самостоятельную работу и работу студентов на практических занятиях по результатам решения задач. Оценки за самостоятельную работу и работу на практических занятиях преподаватель выставляет в рабочую ведомость.

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.



## **10 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **10.1 Базовый учебник**

Белоус А.И., Емельянов В.А., Турцевич А.С. Основы схемотехники микросхем микроэлектронных устройств. – М.: Техносфера, 2012. – 472 с.

Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника и микропроцессорная техника / Учебник. 6 изд. – М.: КНОРУС, 2013. – 800 с.

### **10.2 Основная литература**

1. Белоус А.И., Солодуха В.А., Шведов С.В. Космическая электроника. В 2-х книгах Москва: Техносфера, 2015. – 696с., 488с.
2. Вонг Б.П., Миттал А., Цао Ю., Старр Г. Нано-КМОП-схемы и проектирование на физическом уровне. Москва: Техносфера, 2014. – 432с.
3. Комаров А.С., Карпухин Д.В., Шульгин Е.И. Управление техническим уровнем высокоинтегрированных систем (научно-технологические проблемы и аспекты развития)/ Под редакцией д.т.н., профессора П.П. Мальцева Москва: Техносфера, 2014. – 240с.
4. Микросхемы для аппаратуры космического назначения. Практическое пособие / Под общ. Ред. А.Н. Саурова Москва: Техносфера, 2016. – 388 с.

### **10.3 Дополнительная литература**

1. Нефедов А.В. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги: Справочник. Т. 12. – Изд. 3-е. – М.: ИП РадиоСофт, 2015. – 544 с.: ил.

## **11 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Практические занятия в данной программе не предусмотрены.

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.