

Правительство Российской Федерации

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет
„Высшая школа экономики“»**

Московский институт электроники и математики
Департамент электронной инженерии

Рабочая программа дисциплины «Электроника»

для образовательной программы «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
направления: 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»
подготовки бакалавра

Разработчики программы:

К. О. Петросянц, д. т. н., профессор, e-mail: kpetrosyants@hse.ru

Л. М. Самбурский, к. т. н., доцент, e-mail: lsambursky@hse.ru

Одобрена на заседании департамента электронной инженерии «2» июня 2016 г.

Директор департамента _____ Б. Г. Львов

Рекомендована Академическим советом образовательной программы

«___» _____ 2016 г., № протокола _____

Утверждена «___» _____ 2016 г.

Академический руководитель

образовательной программы _____ И. В. Назаров

Москва, 2016

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 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» подготовки бакалавра, изучающих дисциплину «Электроника».

Программа разработана в соответствии с:

- Оригинальным образовательным стандартом НИУ ВШЭ по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» подготовки бакалавра;
- Образовательной программой 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» подготовки бакалавра.
- Рабочим учебным планом университета по направлению 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» подготовки бакалавра, утверждённым в 2016 г.

2 Цели освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Электроника» является формирование у студентов совокупности теоретических и практических знаний в области электронных цепей, полупроводниковых приборов и освоение студентами основных навыков анализа и экспериментального исследования в области электронных цепей, полупроводниковых приборов, которые необходимы для успешного усвоения других общепрофессиональных и специальных дисциплин последующей вузовской подготовки.

Задачей дисциплины является формирование следующих компетенций у студентов:

- знание современного состояния, тенденций и перспектив развития методов анализа электронных цепей;
- понимание места электроники в ряду научно-технических направлений;
- принципов работы, схем замещения и характеристик элементной базы современных электронных устройств;
- методов определения параметров схемотехнических моделей элементной базы;
- принципов построения и функционирования базовых схем современной электроники;
- вопросов применения современных пакетов прикладных программ для моделирования электрических цепей, электронных узлов.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен выявлять научную сущность проблем в профессиональной области	УК–2/ СК–Б3	Формулирует проблему исследования в терминах предметной области	Аудиторные и домашние задания, подготовка к практическим занятиям
Способен решать проблемы в профессиональной деятельности на основе анализа и синтеза	УК–3 / СК–Б4	Применяет полученный опыт при решении практических задач, соотносит его с обстоятельствами собственной практической деятельности, применяя адекватные методы и средства	Аудиторные занятия; Самостоятельная работа, чтение документации к программным продуктам, практические занятия в компьютерном классе

Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен оценивать потребность в ресурсах и планировать их использование при решении задач в профессиональной деятельности	УК–4 / СК–Б5	Осуществляет подбор, разработку и использование методов и инструментов исследования и анализа	Обсуждение и анализ результатов на практических занятиях, самостоятельная работа над домашним заданием
Способен 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 / СК–Б7	Способен к формулированию научных проблем, проектированию научного исследования с корректным использованием психологического знания о личности в русле разрабатываемой им темы.	Лекции, семинары, групповые дискуссии, работа в малых группах, самостоятельный подбор теоретических материалов, освоение литературы по дисциплине, подготовка и презентация самостоятельных работ, письменных домашних заданий.
Способен работать в команде	УК–7 / СК–Б8	Демонстрирует умение общаться в коллективе, работать в команде; обнаруживает умение вести диалог; участвует в принятии важнейших групповых решений	Групповой метод выполнения и защиты лабораторных работ, домашних заданий
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 / ИК-Б1.1_4.1_4.3_4.6.НИД_АД (ИКТСС)	Знает основные отечественные и зарубежные периодические издания в области ИКТСС, умеет пользоваться поисковыми системами. Может пользоваться справочными материалами для определения параметров аналоговых и цифровых ИС при проектировании телекоммуникационных устройств	Обсуждение и анализ результатов домашних работ и практических занятий
Способен выбирать и применять стандартные пакеты компьютерного моделирования и оригинальные программы для моделирования процессов и устройств инфокоммуникационной техники и технологий	ПК–2 / ИК-Б1.1_5.2.НИД_7.2.(ИКТСС)	Выполняет стандартные операции из состава маршрута проектирования с использованием стандартных пакетов компьютерного моделирования	Выполнение домашних заданий и лабораторных работ с использованием средств САПР; выполнение текущих заданий на практических занятиях в компьютерном классе

Компетенция	Код по ФГОС/ НИУ	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способен выполнять экспериментальные исследования объектов профессиональной деятельности в области ИКТСС по заданным методикам и обрабатывать результаты исследований с применением современных информационных технологий и технических средств	ПК–3 / ИК-Б1.1_1.2. НИД_6.1. (ИКТСС)	Правильно собирает схему измерения характеристик объекта исследования, выполняет все пункты методики, правильно оценивает результаты. Выбирает соответствующий типу данных способ отображения результатов, умеет автоматизировать процесс обработки табличных данных	Выполнение лабораторных работ, подготовка отчётов по лабораторным работам
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 / ИК-Б2.1_2.3_2.5_3.1_4.2. (ИКТСС)	Применяет стандартные методики определения основных параметров, делает правильные выводы об актуальных и допустимых режимах работы исследуемых электронных приборов и схем.	Выполнение лабораторных работ, подготовка отчётов по лабораторным работам
Способен искать, отбирать и анализировать информацию для формирования исходных данных проектирования, для расчёта схем, устройств и приборов и решения других конкретных проектных задач	ПК–7/ ИК-Б1.1_4.1_4.3_4.6.ПД8_АД (ИКТСС)	Выбирает подходящий вариант технического решения в соответствии с критериями оптимальности	Выполнение домашних заданий и лабораторных работ; самостоятельная работа с рекомендованными и новыми источниками информации
Способен проводить необходимые расчёты и проектировать схемы, устройства и сети инфокоммуникаций, в том числе с использованием средств автоматизации проектирования	ПК–9/ ИК-Б1.1_6.1 ПД8_7.3 (ИКТСС)	Правильно рассчитывает рабочие показатели разрабатываемых устройств с заданных учётом требований и критериев оптимальности	Выполнение домашних заданий

4 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина относится к циклу дисциплин базовой части профессионального цикла

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах:

- Физика; Математический анализ; Алгебра; Теория электрических цепей.

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

- способен учиться, приобретать новые знания, умения, в том числе в области, отличной от профессиональной (УК–1/ СК–Б1);
- способен выявлять научную сущность проблем в профессиональной области (УК–2/ СК–Б3);
- способен работать с информацией: находить, оценивать и использовать информацию из различных источников, необходимую для решения научных и профессиональных задач (в том числе на основе системного подхода) (УК–5/ СК–Б6);
- способен работать в команде (УК–7/ СК–Б8);
- способен выбирать и применять стандартные пакеты компьютерного моделирования и оригинальные программы для моделирования процессов и устройств инфокоммуникационной техники и технологий (ПК–2/ ИК-Б1.1_5.2.НИД_7.2.(ИКТСС));

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- Схемотехника телекоммуникационных устройств, Основы технологии электронной компонентной базы инфокоммуникаций, Основы моделирования в инфокоммуникационных технологиях и системах связи, Электропитание устройств и систем телекоммуникаций, Основы телевидения и радиосвязи.

5 Тематический план учебной дисциплины

№	Название раздела	Всего часов	Аудиторные часы			Самостоятельная работа
			Лекции	Семинары	Практические (лабораторные)	
1.	Общая характеристика электронных устройств и интегральных микросхем	4,5	0,5	—	—	4
2.	Полупроводниковые приборы: характеристики, параметры, схемы замещения	35,5	3,5	6	8	18
3.	Усилители напряжения	38	6	6	4	22
4.	Типовые функциональные узлы аналоговых электронных устройств	24	6	8	—	10
5.	Операционные усилители	46	8	8	6	24
6.	Электронные ключи и логические интегральные микросхемы	34	8	6	4	16
7.	Триггеры	20	4	4	4	8
8.	Генераторы электрических сигналов	26	6	4	4	12
	ИТОГО:	228	42	42	30	114

6 Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	Модуль	Параметры
Текущий	контроль активности на практических занятиях	1, 2	ответы на вопросы, решение задач
Промежуточный	защита домашних заданий и лабораторных работ	1, 2	отчёты по домашним заданиям, контрольным и лабораторным работам, решение задач (отчёты и объяснения по ним даются на английском языке)
Итоговый	экзамен	4	ответы на вопросы билета, решение задач (проводится на английском языке)

Практические навыки применения методов расчёта электрических и электронных цепей, обработки результатов измерений проверяются при выполнении контрольных работ и домашних заданий, а также при подготовке и защите лабораторных работ.

Практические навыки сборки и измерения характеристик электрических и электронных цепей проверяются при выполнении лабораторных работ (ЛР).

6.1 Критерии оценки знаний, навыков

За каждый вид работ, подлежащий контролю, студент получает оценку по десятибалльной шкале. Студенту представляется возможность получить дополнительные баллы получив дополнительное исследовательское задание от преподавателя.

7 Содержание дисциплины

7.1 Лекционные и практические занятия

1-й модуль

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Общая характеристика электронных устройств и интегральных микросхем	Аналоговые и цифровые электронные устройства. Основные параметры и эксплуатационные характеристики ИМС.
2.	Полупроводниковые приборы: характеристики, параметры, схемы замещения	Введение в твердотельную электронику. Резисторы и конденсаторы интегральных микросхем. Выпрямительный диод, стабилитрон, диод Шоттки, фотодиод, светодиод, туннельный диод: основные параметры и характеристики. Биполярный транзистор, эквивалентные схемы Эберса-Молла и Гуммеля-Пуна. Схемы включения с общей базой и общим эмиттером, ВАХ. МОП-транзистор. ВАХ. Эквивалентная схема. Полевой транзистор с затвором Шоттки (ПТШ). ВАХ. Эквивалентная схема.
3.	Усилители напряжения	Классификация усилительных устройств. Схемные функции. Частотные характеристики. Параметры переходного процесса. Усилители напряжения на биполярных и полевых транзисторах. Выбор рабочей точки. Режимы нижних, средних и высоких частот. АЧХ. Линейные и нелинейные искажения.
4.	Типовые функциональные узлы аналоговых электронных устройств	Эмиттерные повторители. Источники стабильного тока. Источники стабильного напряжения.
5.	Операционные усилители	Основные параметры ОУ. Аппаратурные включения. Типовые каскады ОУ: дифференциальный каскад, схема сдвига уровня, выходные каскады. Схема реального ОУ.
6.	Электронные ключи и логические интегральные микросхемы	Ключевые устройства на биполярных и МОП-транзисторах. Быстродействие ключей и способы его повышения. Принципы построения логических элементов. Основные электрические параметры и эксплуатационные характеристики логических микросхем. Разновидности логических интегральных микросхем: ТТЛ, ЭСЛ, КМОП. Перспективные типы логических микросхем.
7.	Триггеры	Схемы RS-триггера на биполярных и МОП-транзисторах. Разновидности симметричных триггеров.
8.	Генераторы электрических сигналов	Мультивибратор и его разновидности. Генераторы синусоидальных колебаний. Генераторы линейно-изменяющегося напряжения (ГЛИН).

7.2 Лабораторный практикум

1-й модуль

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование и краткое содержание лабораторных работ
1.	2	Изучение статических вольт-амперных характеристик биполярного транзистора
2.	2	Изучение статических вольт-амперных характеристик МОП-транзистора
3.	6	Исследование КМОП логической схемы

2-й модуль

4.	3	Исследование усилительного каскада с общим эмиттером
5.	5	Исследование параметров операционного усилителя

8 Образовательные технологии

8.1 Методические рекомендации преподавателю

Лабораторные работы должны проводиться в компьютерном классе с установленным специализированным программным обеспечением.

Практические занятия должны проводиться в компьютерном классе с установленным специализированным программным обеспечением.

Все расчёты студенты должны проводить с использованием ЭВМ и специализированных программ.

Домашние задания рекомендуется поручать малым группам.

8.2 Методические указания студентам

Настоятельно рекомендуется выполнять домашние задания в срок, что позволит вовремя усвоить материал, необходимый для написания контрольных работ.

Напротив, некоторые простые темы курсы оставлены для самостоятельного изучения в ходе подготовки к лабораторным работам, которая должна проводиться с особой тщательностью, так как некоторый лекционный материал не всегда бывает начитан к моменту начала выполнения лабораторных работ.

9 Порядок формирования оценок по дисциплине

Результирующая оценка за дисциплину (выставляется в диплом) рассчитывается в виде:

$$O_{\text{рез,итог}} = 0,6 * O_{\text{итог.контроль}} + 0,4 * O_{\text{накопленная}}, \text{ где}$$

$$O_{\text{накопленная}} = (O_{\text{рез,3}} + O_{\text{накопленная,4}}) / 2$$

Промежуточная оценка за 3-й модуль рассчитывается в виде:

$$O_{\text{рез,i}} = 0,6 * O_{\text{итог.контроль,i}} + 0,4 * O_{\text{накопленная,i}}, \text{ где } i = 3.$$

Накопленная оценка за каждый модуль рассчитывается в виде:

$$O_{\text{накопленная}} = \sum B_{\text{отч,i}} / N_{\text{отч}}, \text{ где } B_{\text{отч,i}} - \text{балл за каждую отчётную единицу, } N_{\text{отч}} - \text{количество отчётных единиц, } i = 3,4.$$

Отчётные единицы в 3-м модуле: выполнение и защита ЛР (3 отчётные единицы), выполнение ДЗ (1 отчётная единица), аудиторная работа (4 отчётные единицы), самостоятельная работа (2 отчётные единицы).

Отчётные единицы в 4-м модуле: выполнение и защита ЛР (2 отчётные единицы), выполнение ДЗ (1 отчётная единица), выполнение КР (1 отчётная единица), аудиторная работа (4 отчётные единицы), самостоятельная работа (2 отчётные единицы).

Итоговый контроль по окончании 1-го модуля проводится в форме контрольной работы.

Все оценки выставляются по 10-балльной шкале. Накопленная оценка определяется перед началом зачётно-экзаменационной сессии.

Максимальная оценка (10 баллов) выставляется по каждой отчётной единице при условии её сдачи в установленные сроки без ошибок и хорошем оформлении.

Штрафные баллы вычитаются из максимальной оценки: 1–2 балла за небрежное оформление, 1 балл за каждую повторную сдачу на проверку после исправления (на исправление предоставляется одна неделя), 2 балла за каждую просроченную неделю.

Премиальные баллы (1–5 баллов) прибавляются к максимальной оценке при сдаче ранее установленного срока или выборе варианта задания повышенной сложности.

Аудиторная работа оценивается на практических занятиях: активность студентов в ответах на вопросы, дискуссиях, правильность решения задач. Баллы за отчётные единицы преподаватель выставляет в рабочую ведомость.

Студент может получить возможность пересдать низкие результаты за любой из видов текущего контроля и самостоятельную работу.

На зачёте и экзамене студент может получить дополнительный вопрос (дополнительную практическую задачу, решить к пересдаче домашнее задание), ответ на который оценивается в 1 балл.

КР, ДЗ, выполнение и защита лабораторных работ являются обязательными отчётными единицами.

Итоговая экзаменационная оценка по окончании курса автоматически (без сдачи экзамена) может быть проставлена студенту по итоговой накопленной оценке, если оценка за контрольную работу №2 равна или превышает 7 баллов. Если накопленная оценка ниже, студент обязан сдавать экзамен. Студент, которого не удовлетворяет автоматическая оценка за экзамен, имеет право сдавать экзамен.

При всяких вычислениях результирующей оценки на основе промежуточных оценок производится арифметическое округление, в пользу студента.

Таблица соответствия накопленной оценки и накопленной суммы баллов:

% максимальной суммы баллов за отчётные единицы, после округления	Накопленная оценка	Значение оценки по 5-балльной шкале
> 95	10	отлично
85 – 94	9	
75 – 84	8	
65 – 74	7	хорошо
55 – 64	6	
45 – 54	5	
35 – 44	4	удовлетворительно
25 – 34	3	
15 – 24	2	
< 14	1	неудовлетворительно

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

10.1 Базовый учебник

- [1]. Джонс М.Х., Электроника – практический курс. – М: Техносфера, 2013. – 512с.;
- [2]. М. Н. Jones, A Practical Introduction to Electronic Circuits, Cambridge University Press, 1995;

10.2 Основная литература

- [3]. Петросянц К. О. и др. Электроника СБИС в экспериментах и упражнениях. Учебное пособие, под ред. К. О. Петросянца / К. О. Петросянц, П. А. Козылко, Н. И. Рябов, Л. М. Самбурский, И. А. Харитонов. – М.: РИО МИЭМ, 2008;
- [4]. Жаворонков М. А., Кузин А. В., Электротехника и электроника. Уч. пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 394 с.;
- [5]. Перепелкин Д. А., Схемотехника усилительных устройств. Уч. пособие. – М.: «Горячая линия – Телеком», 2013. – 238 с.;
- [6]. Ямпурин Н. П., Баранова А. В., Обухов В. И., Электроника. Учебное пособие (серия Бакалавриат). – М.: Academia, 2015. – 272 с.;
- [7]. Новожилов О. П. Электротехника и электроника: учебник (серия Бакалавр. Базовый курс) / О. П. Новожилов. – М.: Юрайт, 2016. – 654 с.;
- [8]. Миловзоров О. В., Панков И. Г., Электроника. Учебник (серия Бакалавр. Базовый курс). – М.: Юрайт, 2013. – 408 с.;
- [9]. D. O. Pederson, K. Mayaram, Analog Integrated Circuits for Communication Principles, Simulation and Design, 2nd Ed., Springer, 2008, 533 p.;
- [10]. B. Razavi, Design of Analog CMOS Integrated Circuits, 2nd Ed., McGraw-Hill Education, 2016, 800 p.;
- [11]. A. S. Sedra, K. C. Smith, Microelectronic Circuits, 7th Ed., Oxford University Press, 2015, 1824 p.;
- [12]. D. R. Holberg, P. E. Allen, Cmos Analog Circuit Design, 3rd Ed., Oxford University Press, 2013, 590 p.;

10.3 Дополнительная литература

- [13]. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники. — М. Физматлит, 2004 г.
- [14]. Алексенко А.Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника – М: Высшая школа, 2004.
- [15]. Коноплев Б.Г., Рындин Е.А., Приступчик Н.К., Денисенко М.А. Проектирование интегральных схем. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 76 с.

10.4 Справочники, словари, энциклопедии

- [16]. Грабовский Б. Краткий справочник по электронике. – М.: Изд. ДМК, 2001;

10.5 Программные средства

1. LTSpice IV компании Linear Technology (или аналог) для моделирования электронных схем;
2. Tanner L-Edit компании Mentor Graphics (или аналог) для формирования рисунка топологии электронных схем;
3. Mathcad 14 компании PTC (или аналог) для проведения математических расчётов;
4. Microsoft Office Word (или аналог) для подготовки отчётов по домашним заданиям и лабораторным работам;
5. Microsoft Office Excel (или аналог) для обработки результатов при подготовке отчётов по лабораторным работам;
6. Microsoft Office PowerPoint (или аналог) в аудитории, где проводятся лекции и семинары, для показа презентаций.

11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Экспериментальные стенды и измерительное оборудование для проведения лабораторных работ по всем разделам.

Компьютерный класс на 25 мест, оснащённый ПЭВМ с установленным необходимым программным обеспечением.

Проектор в аудитории, где проводятся лекции и семинары, для показа презентаций.

Авторы программы:

_____ К. О. Петросянц

_____ Л. М. Самбурский