

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«20» апреля 2021г. № 1

Рабочая программа дисциплины

Электроника и схемотехника
(Часть 2 – Схемотехника)

Уровень высшего образования
Специалитет

Направление подготовки / специальность
10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Направленность образовательной программы
Системы подвижной цифровой защищенной связи

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2021 год

1. Место и цели дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Электроника и схемотехника» относится к дисциплинам обязательной части основной образовательной программы по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.14 «Электроника и схемотехника» относится к обязательной части ООП специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-4: Способен анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования радиоэлектронной техники, применять физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности	<p>ОПК-4.1. Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы работы элементов и функциональных узлов электронной аппаратуры - методы анализа электронных схем - типовые схемотехнические решения основных узлов и блоков электронной аппаратуры - принципы действия и характеристики электронных компонентов телекоммуникационных систем - основные правила выполнения и оформления электрических схем <p>ОПК-4.2. Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать компонентную базу электронной аппаратуры - работать с программными средствами схемотехнического моделирования <p>ОПК-4.3. Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами теоретического исследования физических явлений и процессов 	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применяемую в телекоммуникационных системах (ТКС) элементную базу - современные методы проектирования телекоммуникационного оборудования с применением компьютерной техники <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнять разработку цифровых функциональных (ТКС) на основе рационального выбора элементной базы - разрабатывать аппаратные ТКС, обеспечивающие их информационную безопасность - применять стандартные пакеты автоматизированного проектирования <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками разработки телекоммуникационных систем с учетом их надежности и защиты от несанкционированного доступа - навыками разработки ТКС со встроенными средствами 	<p>1) Комплект задач и заданий при выполнении лабораторных работ.</p> <p>2) Комплект заданий по темам/разделам дисциплины.</p> <p>3) Отчеты о выполненных лабораторных работах</p>

		контроля функционирования программных и аппаратных компонент	
--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, всего 144 часа, из которых 64 часа составляют контактную работу обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 32 часов лабораторных работ), в том числе 2 часа – мероприятия текущего контроля успеваемости, 33 часа составляет самостоятельная работа обучающегося, 45 часа – экзамен.

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения	очно-заочная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ	___ ЗЕТ	___ ЗЕТ
Часов по учебному плану	144		
в том числе			
аудиторные занятия (контактная работа):			
- занятия лекционного типа	32		
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32		
самостоятельная работа	33		
КСР	2		
Промежуточная аттестация	45 (экзамен)		

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	В том числе																
	Всего (часы)			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них											Самостоятельная работа обучающегося часы		
				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего				
Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное
Тема 1. Вводная часть. Способы аналитического описания основные характеристики линейных четырёхполюсников. Вопросы межкаскадного согласования.	2			1								1			1		
Тема 2. Базовые схемы включения усилительных приборов – биполярных и полевых транзисторов. Выбор начальной рабочей точки. Эквивалентные схемы по постоянному и переменному току.	14			4					6			10			4		
Тема 3. Усилители переменного тока. Аперидически и резонансный усилители. Амплитудно- и фазо-частот-ные характеристики усилителей.	14			4					6			10			4		
Тема 4. Усилители постоянного тока (УПТ). Дрейфовые явления и способы повышения стабильности работы УПТ. Однотактный и дифференциальный каскады УПТ.	16			4					6			10			6		
Тема 5. Интегральные дифференциальные усилители. Обобщённая принципиальная схема интегрального дифференциального усилителя. Стандартный операционный усилитель (ОУ) и его характеристики.	7			3								3			4		

Тема 6. Операционные усилители и их применение. Инвертирующее и неинвертирующее включение ОУ. Безынерционные и инерционные (фильтры) цепи на основе ОУ.	18			6					8			14			4		
Тема 7. Инструментальные микросхемы. Компараторы, цифро-аналоговые (ЦАП) и аналого-цифровые (АЦП) преобразователи. Аналоговые перемножители в линейном и нелинейном режимах. Смесители и устройства на их основе – синхронный и фазовый детекторы, преобразователи частоты, модуляторы.	11			6								6			5		
Тема 8. Система фазовой автоподстройки (ФАП). Функциональный состав и структурная схема. Система ФАП в режиме слежения - основные характеристики и параметры кольца обратной связи. Применение системы ФАП.	15			4					6			10			5		
Аттестация	45																
КСР	2											2					
Итого	144			32					32			66			33		
Промежуточная аттестация - экзамен																	

Практические занятия (лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, при которой обучающиеся осваивают навыки работы с экспериментальным оборудованием и измерительной техникой

Практическая подготовка направлена на приобретение навыков экспериментальных исследований в рамках лабораторного практикума. В лабораторных установках исследуются как чисто аналоговые, так и цифровые и цифро-аналоговые устройства. К первым относятся базовые схемы включения и дифференциальный каскад, ко вторым – (1) система ЦАП-АЦП со специально разработанным программным обеспечением и интерфейсом пользователя для исследования базовых схем включения биполярных транзисторов и (2) цифровая система фазовой автоподстройки.

Выполняются три лабораторные работы:

Наименование лабораторной работы	Раздел дисциплины
Преобразование сигналов на биполярном транзисторе (14 часов)	2, 3
Дифференциальный каскад и функциональные узлы на его основе (14 часов)	4, 6
Синтезатор частоты (8 часов)	8

На проведение лабораторных работ в форме практической подготовки отводится 32 часа. Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: (1) изучение и анализ технических средств и способов защиты информации в телекоммуникационных системах с целью обеспечения требуемого качества обслуживания, повышения эффективности и совершенствования работ по ее защите; (2) исследование аппаратных средств обеспечения информационной безопасности телекоммуникационных систем;
- компетенции ОПК-4.

В рамках занятий лабораторного типа реализуется текущий контроль успеваемости.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

включает

учебные пособия и методическими разработки для лабораторных работ. Учебно-методические разработки содержат необходимый для контроля освоения дисциплины перечень вопросов, по ответам на которые в процессе выполнения лабораторных работ производится контроль приобретённых обучающимся знаний. Кроме того, каждый студент оформляет отчёт по выполненным лабораторным работам, в которых содержится объяснение принципа работы исследуемых функциональных радиоэлектронных узлов с привлечением преподаваемого в лекциях материала, а также

электронное пособие (<https://source.unn.ru/>), электронный курс с тестовыми заданиями (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=9527>)

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств», созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с	Продemonстрированы все основные умения,. Решены все основные

	вследствие отказа обучающегося от ответа	Имели место грубые ошибки.	негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	Уровень подготовки
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1. Контрольные вопросы

Вопросы		Код формируемой компетенции
1.	Согласование четырёхполюсников по току, по напряжению и по мощности.	ОПК-4
2.	В чём состоит механизм использования активных приборов (транзисторов)	ОПК-4

	для усиления аналоговых сигналов.	
3.	Разновидности, основные свойства и отличия схем включения усилительных приборов – транзисторов: схемы с общим эмиттером (общим истоком), общей базой (общим затвором), общим коллектором (общим стоком).	ОПК-4
4.	Каскодные схемы включения транзисторов. В каких случаях используются каскодные схем включения и исходя из чего делается выбор той или иной каскодной конфигурации.	ОПК-4
5.	Усилители переменного тока. Эквивалентные схемы по постоянному и переменному токам.	ОПК-4
6.	Основные характеристики усилителей переменного тока. От чего зависят коэффициент усиления по напряжению и частотные свойства усилителя.	ОПК-4
7.	Принципиальная схема апериодического усилителя. Коэффициент усиления по напряжению и амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) усилителя.	ОПК-4
8.	Принципиальная схема резонансного усилителя. Коэффициент усиления по напряжению и амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) усилителя.	ОПК-4
9.	Отнотактный усилитель постоянного тока (УПТ). Дрейфа УПТ. Механизм применения отрицательной обратной связи для устранения дрейфовых явлений в УПТ.	ОПК-4
10.	Дифференциальный каскад (ДК). Принцип подавления дрейфовых явлений в ДК. Коэффициент усиления по напряжению и способ подавления синфазной составляющей в ДК.	ОПК-4
11.	Обобщённая схема интегрального дифференциального усилителя.	ОПК-4
12.	Стандартный операционный усилитель (ОУ) и его частотные свойства.	ОПК-4
13.	Инвертирующее и неинвертирующее включение ОУ.	ОПК-4
14.	Принцип использования ОУ для выполнения операций над аналоговыми сигналами (в частности, операций суммирования и фильтрации).	ОПК-4
15.	Механизм использования ОУ в цифро-аналоговых преобразователях (ЦАП).	ОПК-4
16.	Операционный усилитель в роли аналогового компаратора напряжений. От чего зависит точность работы компаратора.	ОПК-4
17.	Механизм использования аналогового компаратора для выполнения аналого-цифрового преобразования.	ОПК-4
18.	Разновидности аналого-цифровых преобразователей (АЦП): АЦП последовательных приближений, параллельный АЦП.	ОПК-4
19.	Принцип работы АЦП на коммутируемых ёмкостях.	ОПК-4
20.	Принцип работы Δ - Σ АЦП.	ОПК-4
21.	Механизм использования дифференциального каскада для выполнения операции умножения.	ОПК-4
22.	Дифференциальный каскад в роли активного смесителя. Чем отличается работа ДК в роли смесителя и в роли аналогового перемножителя.	ОПК-4
23.	Перечислите функциональные узлы, построенные на основе смесителей.	ОПК-4
24.	Синхронный и фазовый детекторы. Структурные схемы и отличия в работе.	ОПК-4
25.	Преобразователь частоты. структурная схема преобразователя. Роль смесителя в процессе преобразовании частоты.	ОПК-4
26.	Структурная схема системы фазовой автоподстройки (ФАП). Механизм использования ФАП для синтеза частот и в системах фазовой синхронизации.	ОПК-4
27.	Система ФАП в режиме слежения и её основные характеристики	ОПК-4
28.	От чего зависят характер переходных процессов и установившаяся ошибка слежения в системе ФАП	ОПК-4
29.	В чём состоит особенность импульсно-фазовой системы ФАП	ОПК-4

5.2.2. Типовые контрольные задания для оценки сформированности компетенции ОПК-4

Пример экзаменационного задания:

- В чём состоит механизм использования активных приборов (транзисторов) для усиления аналоговых сигналов.
- Дифференциальный каскад (ДК). Коэффициент усиления по напряжению и способ подавления синфазной составляющей в ДК
- Система ФАП в режиме слежения и её основные характеристики.

Первый вопрос в данном примере касается способа выполнения логических операций и относится к **Теме 1** содержания дисциплины (п. 3) «Базовые схемы включения усилительных приборов – биполярных и полевых транзисторов. Выбор начальной рабочей точки. Эквивалентные схемы по постоянному и переменному току». Второй – к **Теме 4** «Усилители постоянного тока (УПТ). Дрейфовые явления и способы повышения стабильности работы УПТ. Однотактный и дифференциальный каскады УПТ». Третий – к **Теме 8** «Система фазовой автоподстройки (ФАП). Функциональный состав и структурная схема. Система ФАП в режиме слежения – основные характеристики и параметры кольца обратной связи. Применение системы ФАП.».

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

1. Алексенко А.Г., Шагурин А.А. Микросхемотехника: Учебное пособие для вузов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1990. – 496 с.
2. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1977. – 672 с.
3. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. – М.: Сов. радио, 1980. – 424 с.
4. Орлов И.Я. Курс лекций по основам радиоэлектроники: Учебное пособие / Н.Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского, 2005. – 168 с.
5. Аваев Н.А. и др. Основы микроэлектроники: Учеб. пособие для вузов / Н.А. Аваев, Ю.В. Наумов, В.Т. Фролкин. – М.: Радио и связь, 1991. – 288 с.
6. Первачев С.В. Радиоавтоматика: Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1982. – 296 с.
7. Усилители с непосредственными связями: Часть 1/ Сост. Шкелев Е.И.. – Н.Новгород: ННГУ, 1994. – 20 с.
8. Усилители с непосредственными связями: Часть 2/ Сост. Шкелев Е.И.. – Н.Новгород: ННГУ, 1995. – 20 с.
9. Схемотехника линейных усилителей. Методические указания к практическим, лабораторным и самостоятельным занятиям / Горьк. гос. ун-т. Горький, 1988, с. 32.

б) дополнительная литература

1. Баскаков С.Н. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. для вузов по спец «Радиотехника». – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Высш. шк., 1988 – 448 с.: ил.
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Радио и связь, 1986. – 512 с.
3. Жеребцов И.П. Основы Электроники. – 4-е изд. перераб. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. – 352 с., ил.
4. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники: Учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1985. – 504 с.
5. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. – М.: Мир, 1982. – 512 с.

в) программное обеспечение и Интернет ресурсы

1. При выполнении лабораторной работы «Преобразование сигналов на биполярном транзисторе» используется специально разработанное программное обеспечение.
2. Учебное пособие «Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств» на сайте учебных материалов <https://source.unn.ru/>.
3. Электронный лекционный курс «Электроника и схемотехника» (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=9527>)

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Для изучения дисциплины используется комплекс из трёх лабораторных работ. Две лабораторные работы «Дифференциальный каскад и функциональные узлы на его основе» и «Синтезатор частоты» оборудованы необходимой измерительной аппаратурой. Лабораторная работа «Преобразование сигналов на биполярном транзисторе» выполняется с использованием персональный компьютера и системы ЦАП-АЦП для генерации подаваемых на лабораторный макет тестовых сигналов, съёма сигналов в его контрольных точках и визуализации результатов измерений.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 10.05.02 «Информационная безопасность телекоммуникационных систем».

Автор _____ Е.И. Шкелев

Рецензент _____

Заведующий кафедрой _____ Е.С. Фитасов

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «23» марта 2021 года, протокол № 02/21.