

**Ивановский государственный политехнический
университет**

(ИВГПУ)

Текстильный институт

Кафедра автоматики и радиоэлектроники

**Методические указания к лабораторным работам
по курсу «Бытовые радиотелефоны»**

ИЗУЧЕНИЕ ТЕЛЕФОННОГО АППАРАТА ТА-900

С ДИСКОВЫМ НОМЕРОНАБИРАТЕЛЕМ

Иваново 2014

Методические указания составлены на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 210400.62 «Радиотехника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22.12.2009 №814, и учебного плана по направлению подготовки 210400.62 «Радиотехника», профиль «Бытовая радиоэлектронная аппаратура», утвержденного решением ученого совета ИГТА от 23.12.2010 протокол № 4.

В методических указаниях рассмотрено устройство и принцип действия простейшего телефонного аппарата, пояснен порядок экспериментального определения его основных характеристик.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры автоматики и радиоэлектроники 17.02. 2015_ протокол №7

Заведующий кафедрой АРЭ

А. В. Иванов

Автор

Е. Л. Файн

Рецензент

С. А. Анисимов

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

**ИЗУЧЕНИЕ ТЕЛЕФОННОГО АППАРАТА ТА-900 С ДИСКОВЫМ
НОМЕРОНАБИРАТЕЛЕМ**

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучить устройство простейшего телефонного аппарата с дисковым номеронабирателем и ознакомится на практике с основными режимами его работы и характеристиками аппарата.

Телефонный аппарат (ТА) является оконечным (абонентским) устройством двухпроводной телефонной линии. Он обеспечивает прием и передачу речи абонентов, прием сигнала вызова телефонной станции и набор номера в импульсном режиме. ТА не имеет собственного источника питания. Питание ТА во всех режимах его работы обеспечивается телефонной станцией (АТС). Осуществление связи между абонентами осуществляется по двухпроводной линии в дуплексном режиме. Этот режим подразумевает, что прием и передача звукового сигнала может производиться одновременно.

В режиме ожидания вызова - ТА подключен к телефонной линии, трубка положена на рычаг, АТС подает на линию напряжение центральной батареи станции -60В (+ батареи заземлен). Встречаются варианты АТС импортного производства с напряжением -48В. При снятии трубки напряжение на аппарате снижается до 10-20В.

Телефонный аппарат ТА900 является одним из самых распространенных и типичных аппаратов с дисковым номеронабирателем. Выпускался для СССР в Болгарии 1980-1990 годы. Аппарат содержит следующие узлы и элементы. На основании корпуса расположены: двойной электромагнитный звонок НА; реле рычага телефонной трубки S1.1; плата с резисторами R1 и R2, конденсаторами C1, C2 и C3, диодами FA и с противоместной схемой, собранной на трансформаторе Т; а также монтажная плата с разъемами для подключения звонка НА, номеронабирателя НН, телефонной трубки и телефонной линии. Дисковый номеронабиратель НН устанавливался на основание корпуса на специальные подставки. Угольный микрофон ВМ и электромагнитный динамик ВF находятся в трубке телефона.

Угольный микрофон представляет собой плоскую металлическую капсулу диаметром 28-40мм, внутри которой находится угольный порошок. При разговоре давление воздуха воздействует через мембрану на порошок, он частично сжимается, при этом изменяется его сопротивление и ток через него. Ток через микрофон создается центральной батарее АТС.

Электромагнитный динамик представляет собой электромагнит переменного тока (ферромагнитный сердечник с обмоткой), на который поступает напряжение звукового сигнала. На небольшом расстоянии от электромагнита находится круглая тонкая стальная

мембрана. При протекании переменного тока через обмотку динамика мембрана динамика колеблется с частотой тока и издает звук. Ферромагнитный сердечник динамика может быть предварительно намагничен (поляризован).

Телефонный аппарат может работать в четырех режимах:

1. Ожидание вызова при положенной трубке.
2. Прием вызова при положенной трубке.
3. Набор номера при поднятой трубке.
4. Режим разговора, который можно подразделить на режим приема речевого сигнала и режим передачи речевого сигнала.

Ожидание вызова при положенной трубке.

При положенной на рычаг телефонной трубки, разговорная схема телефона и номеронабиратель аппарата отключены от линии. К абонентской линии через конденсатор С1 подключен звонок телефонного аппарата. АТС подает на линию постоянное напряжение своей центральной батареи. Постоянный ток не может пройти через конденсатор С1. Поэтому тока в линии нет. Напряжение на аппарате максимально и достигает 60В.

Прием вызова при положенной трубке.

Вызывной сигнал АТС представляет переменное напряжение частотой 30-50Гц величиной 30-50В. Длительность посылы сигнала вызова 1 секунда, интервал между посылками 2-4 секунды. Вызывной сигнал приходит на ТА с абонентской линии на клеммы а и б. При положенной на рычаг телефонной трубки у реле S1.1 замкнуты контакты 2-3, при этом к линии через конденсатор С1 подключен звонок телефона НА, а остальная схема аппарата отключена. Конденсатор С1 не пропускает в цепь звонка постоянное напряжение центральной батареи АТС (-60В). При поступлении с линии переменного напряжения вызова, оно проходит по цепи а – конденсатор С1 – звонок НА – реле S1.1 (контакты 3-2) – б. Переменный ток вызывает притяжение молоточка звонка к ферромагнитному сердечнику и удары молоточком по корпусу звонка. При снятии трубки телефона у реле замыкаются контакты 2-1 и размыкаются контакты 2-3. При этом цепь звонка разрывается.

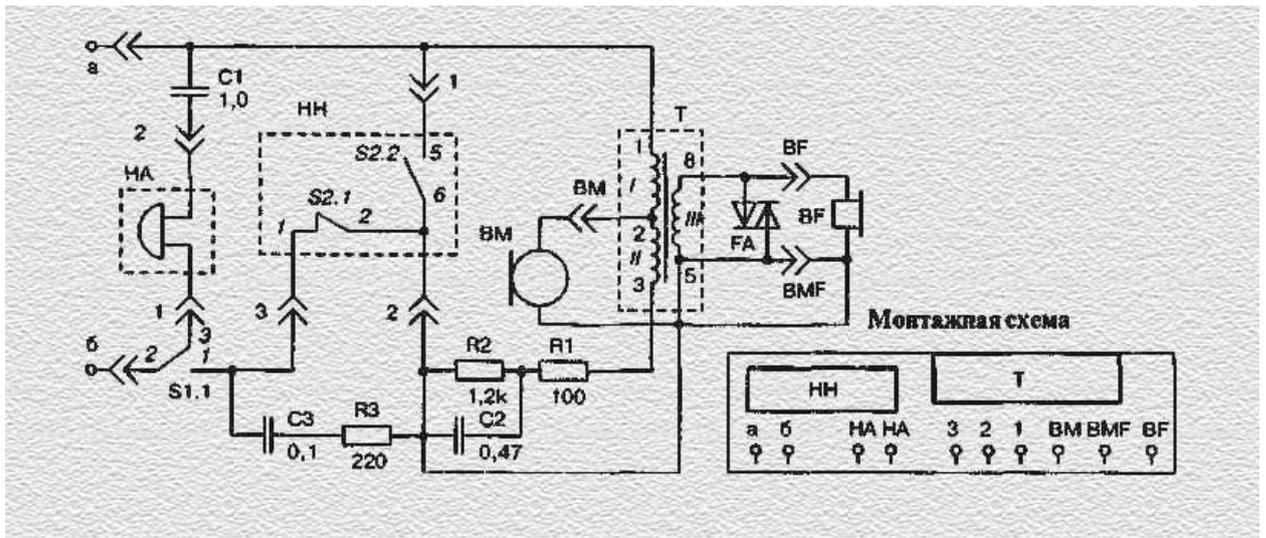


Рис.1 Схема телефонного аппарата ТА-900.

При снятии трубки образуется цепь: а - первичные обмотки I и II трансформатора Т -резисторы R1 – R2 – контакт номеронабирателя S2.1 – контакт рычага трубки 1-2 – б. Образовавшаяся цепь пропускает постоянный ток 10-20мА. Этот ток фиксирует АТС и отключает вызывной сигнал. При снятой трубке телефона на вход телефона поступает постоянное напряжение от центральной батареи АТС. Но величина его обычно снижается с 60В до значений 12- 20В, так как происходит существенная потеря напряжения на внутреннем сопротивлении абонентской ячейки АТС и линии. Постоянное напряжение необходимо телефонному аппарату для работы микрофона и номеронабирателя.

Набор номера

Для набора номера в телефонном аппарате ТА-900 используется дисковый номеронабиратель. При повороте диска из начального положения до нужной цифры контакт S2.2 замыкается и шунтирует разговорную часть телефона. При этом абонентская линия фактически замыкается накоротко через контакты номеронабирателя S2.1 и S2.2. Таким образом создается первый длинный импульс тока, который подключает на АТС схему нахождения абонента по набираемому номеру. При обратном движении диска в исходное положение контакт S2.2 остается в замкнутом положении, а контакт S2.1 размыкается несколько раз. Число срабатываний (размыканий) контакта S2.1 равно набираемой цифре, за исключением 0. При наборе 0 генерируется 10 импульсов. Количество переданных импульсов считывается АТС.

Посмотрим на временную диаграмму работы номеронабирателя (рис. 2) при наборе цифры 5, и рассмотрим принцип формирования импульсной последовательности, управляющей работой АТС.

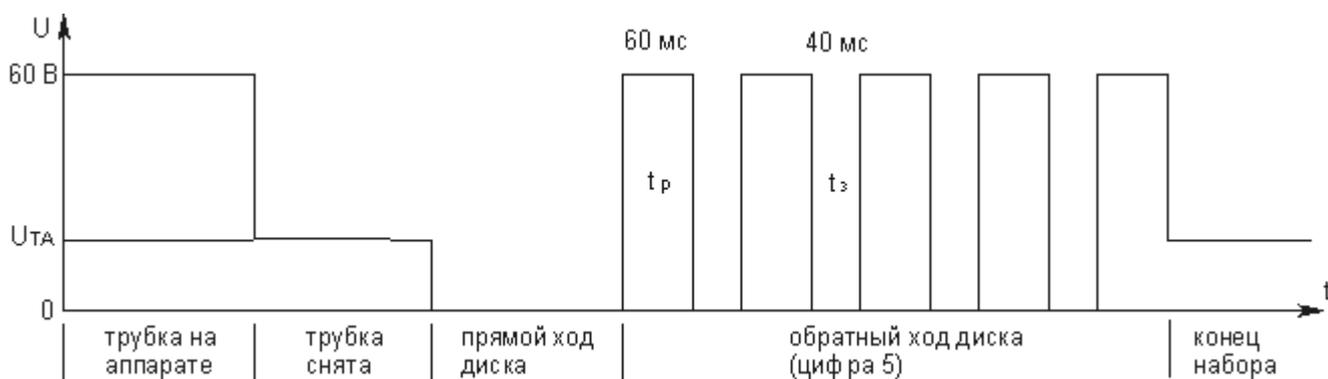


Рис. 2. Временная диаграмма работы дискового номеронабирателя.

Прием звукового сигнала.

Передаваемый звуковой (речевой) сигнал представляет собой переменное напряжение несинусоидальной формы в диапазоне частот 200 -3200 Гц. При этом на входе телефона имеется и постоянное напряжение 12-20В. Эти напряжения поступают с телефонной линии на первичные обмотки I и II трансформатора Т. Обмотки I и II для приходящего сигнала включены последовательно. Постоянное напряжение не индуцирует в обмотках ЭДС и не передается во вторичную обмотку III. Переменное напряжение звукового сигнала создает в сердечнике переменный магнитный поток, который наводит в обмотках, в том числе вторичной, ЭДС. Эта ЭДС E_2 создает ток через обмотку динамика ВФ и вибрацию его мембраны. Динамик зашунтирован двумя диодами FA, которые включены встречно-параллельно. Диоды ограничивают напряжение на динамике и, следовательно, ограничивают громкость звучание динамика.

Передача звукового сигнала.

Источником речевого сигнала в телефонном аппарате ТА-900 является угольный микрофон, который меняет свое сопротивление при разговоре абонента. Сигнал с микрофона своего телефонного аппарата всегда сильнее сигнала пришедшего с линии от аппарата другого абонента. Собственный голос может заглушить в динамике голос собеседника, кроме того, себя будет слышно всегда громче. Такое явление в ТА называется **местным эффектом**. Местный эффект мешает связи и с ним специально борются. С этой целью в ТА применяется **противоместная** схема, которая исключает попадание сигнала с собственного микрофона на собственный динамик. В данном телефонном аппарате микрофон ВМ подключен к средней точке первичной обмотки трансформатор Т. Переменные токи, созданные микрофоном, потекут по обмотке I от точки 2 к точке 1, а по обмотке II от точки 2 к точке 3. Поэтому магнитные потоки в сердечнике от этих обмоток будут направлены навстречу друг другу и в идеале должны уничтожить друг друга. Поэтому во вторичной обмотке сигнал с собственного микрофона не будет наводить ЭДС и не будет слышен. Но это произойдет, если токи в обмотках I и II будут равны. Для этого необходимо сделать ток через обмотку II равным току линии, который протекает через обмотку I. Ток через обмотку II устанавливают балластными

элементами R1, R2 и C2, которые моделируют входное сопротивление телефонной линии и АТС.

Программа работы

1. Изучите устройство телефонного аппарата ТА-900 и работу его схемы в режимах приема вызова, набора номера, приема и передачи звукового сигнала.
2. Исследование характеристик вызывных цепей телефонного аппарата ТА-900

2.1. Исследование чувствительности вызывных цепей ТА-900.

По стандартам телефонной связи вызывной сигнал АТС представляет собой переменное напряжение 30-50В частотой 30-50 Гц. Целью опыта является определение чувствительности звонка. Это минимальное напряжение, при котором звонит звонок. Для этого необходимо собрать схему, изображенную на рис.3 и запитать телефонный аппарат от звукового генератора. Телефонная трубка должна лежать на аппарате. Установите частоту генератора 40Гц, и повышая напряжение на выходе генератора от 0, определите напряжение U_{min} при котором появляется звонок. Определите напряжение U_{opt} при котором звонок слышно громко и четко. В данном опыте необходим звуковой генератор с максимальным выходным напряжением не менее 15В.

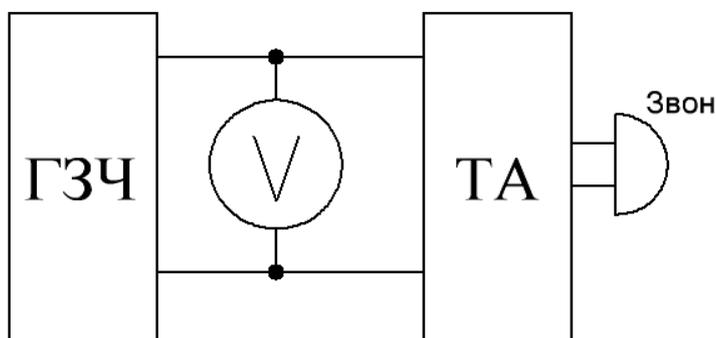


Рис.3. Схема подключения телефонного аппарата для исследования характеристик звонка.

2.2. Исследование частотной характеристики звонка.

В схеме (рис.2) установите на выходе генератора напряжение U_{opt} при лежащей на аппарате трубке и изменяя частоту напряжения на входе телефона с 17 Гц до 200 Гц, определите диапазон частот вызывного напряжения при которых слышен разборчивый звонок ($f_{MIN} < f_{звон} < f_{МАХ}$). Объясните причину работы звонка только в узком диапазоне частот.

3. Исследование характеристик цепей приема звукового сигнала.

3.1. Исследование чувствительности цепи приема звукового сигнала.

Соберите схему, изображенную на рис.4. Включите звуковой генератор, установите частоту сигнала 1000 Гц. Выходное напряжение генератора установите равным 0 на минимальном диапазоне. Снимите трубку с рычага. Медленно повышая напряжение на выходе генератора, установите нижний предел слышимости сигнала 1000 Гц в трубке ($U_{\text{СИГН.МИН}}$).

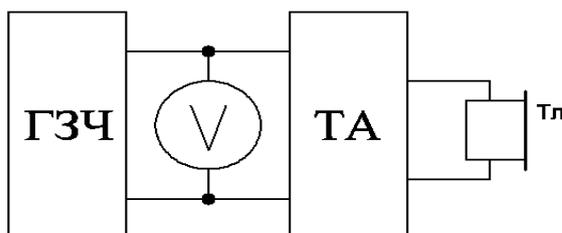


Рис.4. Схема подключения телефонного аппарата ТА-900 для исследования динамика.

3.2 Исследование частотной характеристики динамика телефона ТА-900.

Используйте схему, изображенную на рис.4. Включите звуковой генератор, установите частоту сигнала 20 Гц. Выходное напряжение генератора установите равным $5U_{\text{СИГН.МИН}}$. Снимите трубку с рычага. Медленно повышая частоту генератора от 20 Гц до 20 кГц, установите нижний и верхний предел слышимости сигнала

$$f_{\text{НИЖ}} = \quad \text{Гц}, \quad f_{\text{ВЫС}} = \quad \text{Гц}.$$

4. Исследование характеристики угольного микрофона телефона ТА-900

Соберите схему, изображенную на рис.5. Источник питания постоянным напряжением ИП моделирует питание телефона от центральной батареи АТС, резистор 500 Ом – сопротивление линии.

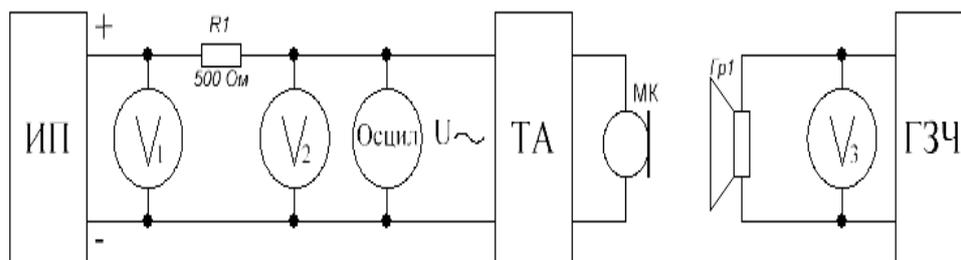


Рис.5 Схема для исследования микрофона телефона ТА-900.

Включите источник питания и установите напряжение на его выходе 15В (V1). Включите звуковой генератор, установите частоту сигнала 1000 Гц. Выходное напряжение генератора установите равным 0 на минимальном диапазоне. Снимите трубку с рычага. Установите ее микрофоном напротив динамика Гр1. Медленно повышая напряжение звукового генератора на частоте 1000 Гц, зафиксируйте сигнал на выходе телефонного аппарата с помощью электронного вольтметра V2 и осциллографа. Оптимальная величина сигнала примерно 0,5 В по вольтметру или около 1 В (амплитуда) по экрану осциллографа.

Затем переключите звуковой генератор на частоту 20Гц, не изменяя при этом напряжение на его выходе. Снимите частотную характеристику микрофона, плавно изменяя частоту генератора от 20 Гц до 20000 Гц, результаты измерений занесите в таблицу 2. Количество измерений должно быть не менее 20.

Таблица 2

f _{ГЕН} , Гц	20	50	100	150		1000	1500		20000
V2, В									

По результатам таблицы 1 постройте график $V2 = F(f_{ГЕН})$ и сделайте вывод о диапазоне воспроизводимых частот угольного микрофона и о соответствии его диапазону частот телефонной линии.

5. Исследование работы дискового номеронабирателя.

Соберите схему, изображенную на рис. 6. Источник питания ИП моделирует питание телефона от центральной батареи АТС, резистор 500 Ом – сопротивление линии. Изучите работу дискового номеронабирателя. Запомните положение его контактов при движении диска по часовой стрелке и против часовой стрелки.

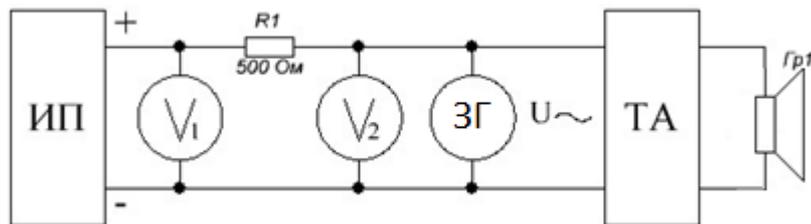


Рис.6. Схема для исследования номеронабирателя ТА-900

Включите источник питания ИП и установите напряжения питания 25-30В. Вольтметр V2 переключите в режим измерения постоянного напряжения.

- 5.1. Зафиксируйте напряжение на входе телефона при положенной трубке телефона $U_{2ХХ}$. Снимите трубку телефона и измерьте напряжение $U_{2РАБ}$ при снятой трубке. Объясните причины снижения напряжения на входе телефона. Рассчитайте ток, потребляемый телефоном при поднятой трубке.

$$I_{ТЕЛ} = (U_{2ХХ} - U_{2РАБ})/R$$

5.2. Поверните диск номеронабирателя, например, до цифры 5. Не отпуская диск вращаться в обратную сторону, измерьте напряжение U_2 . Объясните изменение показание вольтметра в этом случае.

5.3. Отпустите диск вращаться в обратную сторону. С помощью осциллографа зарисуйте изменение напряжение при наборе номера. Постарайтесь по осциллограмме определить максимальное и минимальное напряжение на линии при импульсном наборе номера, длительность импульсов и пауз.

Проанализируйте характеристики телефонного аппарата, полученные в результате лабораторной работы с нормативными характеристиками для дисковых телефонных аппаратов и сделайте выводы о соответствии аппарата ТА-900 требованиям ГОСТа.