

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

(институт)

Промышленная электроника

(кафедра)

11.03.04 Электроника и наноэлектроника

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Промышленная электроника

(направленность (профиль))

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему **Цифровой преобразователь действующего значения
переменного напряжения**

Студент (ка)

Л.А. Заживихина

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Г.Н. Абрамов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультант

О.Н. Брега

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.А. Шевцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2017

Аннотация

Объем 48с., 20 рис., 22 источника, таб.3.

Объектом бакалаврской работы является цифровой преобразователь действующего (среднеквадратичного, эффективного) значения переменного напряжения (ПР – напряжения).

Цель бакалаврской работы состоит в изучении и проектировании:

- выпрямителей действующего значения (ДЗ) ПР - напряжения;
- интегральных микросхем (ИМС);
- цифрового преобразователя ДЗ значения ПР - напряжения промышленной частоты.

Разработаны функциональная и принципиальная схемы цифрового преобразователя. Установлены его основные характеристики и описана динамика работа.

В бакалаврской работе применены отечественные ИМС серий К1533 и К1113 с логикой ТТЛ – типа, обладающие малой временной задержкой и мощностью электропотребления.

Преобразователь имеет динамический диапазон преобразования $(1\div 10)$ В, частоту преобразуемого ПР - напряжения 50 Гц и время преобразования менее одной секунды.

Abstract

The object of the graduation work is a digital inverter of current (RMS, effective) values of AC voltage.

The aim of the work is to study and design rectifier of effective value (EV) of AC – voltage, integrated circuits (IC) and digital converter of effective values of AC - voltage of industrial frequency.

There are developed functional and schematic diagrams of the digital converter. Also there are established its basic characteristics and described the dynamics of the work.

When developing of digital inverter, there was carried out an analytical review of the technical literature on the subject. Also there were discussed other related field to use as digital inverter, and its separate junction points.

During the analytical review, there were identified junction points of digital inverter allowing to carry out the technical implementation of the converter.

This review identified a number of devices, performed the function of digital inverter, the level of the current or RMS value . One of them highlighted the two most interesting ways to build.

The graduation work applies the domestic IC K1533 and K1113 series, with of logic TTL – type with small time delay and power consumption.

Converter has a dynamic range conversion ($1 \div 10$), the frequency of the converted AC - voltage of 50 Hz, and a conversion time of less than one second.

Содержание

Введение.....	7
1. Обзор способов и средств цифровой преобразования действующего значения (ДЗ) переменного напряжения (ПР – напряжения).....	8
2. Функциональная схема цифрового преобразователя ДЗ ПР - напряжения.....	12
3. Принципиальная схема цифрового преобразователя ДЗ ПР - напряжения.....	13
3.1. Детектор – Выпрямитель.....	13
3.2. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП).....	14
3.2.1. Способы построения ПНК.....	22
3.2.2. Функциональная схема ПНК последовательных приближений.....	28
3.2.3. Запоминающее устройство.....	31
4. Моделирование мостового выпрямителя с фильтром.....	37
5. Сводный анализ метрологических параметров преобразователя.....	39
6. Стадии жизненных циклов продукта и технологической инновации....	40
7. Реакции организма на лучевое воздействие.....	43
Заключение.....	45
Список использованной литературы.....	46

Введение

Наиболее распространенным объектом цифрового преобразования (ЦП) в области радиоэлектроники является среднеквадратическое (действующее, эффективное) значение электрических сигналов.

При этом для ЦП по уровню среднеквадратичного значения необходимы нелинейные преобразователи с квадратичной функцией преобразования по мгновенным значениям сигнала. Работа цифровых преобразователей напряжения переменного тока (ЦППН) состоит в преобразовании его в постоянное напряжение, а затем посредством преобразователя напряжение – код (ПНК) – в цифровой код.

В зависимости от того, в какой вид постоянного напряжения преобразуется переменное напряжение, различают следующие виды ЦППН:

1. $U_{-} = U_{ске} = U_{д}$ – преобразователи действующего (среднеквадратичного, эффективного) значения.
2. $U_{-} = U_{св}$ – преобразователи средневыпрямленного значения (линейные).
3. $U_{-} = U_{м}$ преобразователи амплитудных значений.

Таким образом, ЦППН осуществляют следующий алгоритм последовательных преобразований: преобразование переменного напряжения в постоянное по выбранному уровню его значения → преобразование постоянного напряжения выбранного значения в цифровой код.

Техническими требованиями, которые предъявляются к ЦППН, служат универсальность, повышенное быстродействие и точность.

В бакалаврской работе рассмотрена техническая реализация преобразователя ПР - напряжения в цифровой код по уровню действующего (среднеквадратичного) значения.

1. Обзор способов и средств цифровой преобразования действующего значения (ДЗ) переменного напряжения (ПР – напряжения)

При разработке ЦППН был осуществлен аналитический обзор технической литературы, посвященной данной теме. Кроме того рассматривались и другие смежные области использования как ЦППН, так и его отдельных узлов.

В ходе аналитического обзора были определены узлы ЦППН, позволяющие осуществить техническую реализацию преобразователя.

В ходе проведенного обзора были определены ряд устройств выполняемых функцию ЦППН по уровню действующего или среднеквадратичного значения (ДЗ) [1]. Из их числа выделены два наиболее интересных способа построения ЦППН по уровню ДЗ, которые приводятся соответственно на рисунках 1.1 и 1.2.

ЦППН по уровню ДЗ на рисунке 1.1, состоит из термисторного самобалансирующего моста ТБМ, усилителя постоянного тока УПТ, устройства возведения в квадрат (квадратор КВ), двухпозиционных переключателей S1 и S2, запоминающих устройств ЗУ1 и ЗУ2, источника образцового напряжения ИОН, суммирующего устройства и аналого-цифрового преобразователя АЦП.

Работа преобразователя осуществляется в два этапа.

В ходе первого этапа при подаче напряжения на вход ЦППН происходит его выпрямление за счет ТМБ, который обеспечивает температурную стабильность преобразования. Далее напряжение с выхода моста возводится в квадрат квадратирующем устройством КВ и запоминается (фиксируется) в ЗУ1.

В ходе второго этапа двухпозиционные переключатели S1 и S2 переводятся в положение 2, а выходное напряжение с ТБМ через квадратор КВ подается на на вход запоминающего устройства ЗУ2.

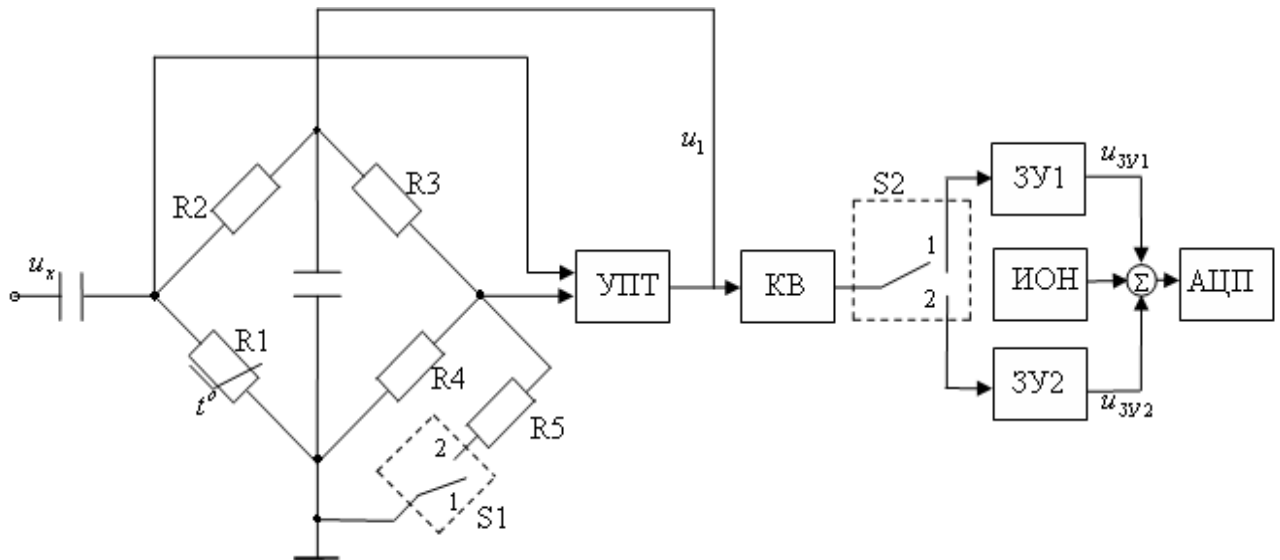


Рисунок 1.1 – ЦППН по уровню действующего значения

Далее напряжения с запоминающих устройств ЗУ1 и ЗУ2, равные соответственно, $u_{3У1}$ и $u_{3У2}$ и напряжение с ИОН заводятся на входы суммирующего устройства СУ, где вырабатывается напряжение

$$u = u_{3У1} - u_{3У2} - u_0, \quad (1)$$

которое подается на АЦП – ПНК.

В ПНК с целью достижения цифрового результата преобразования предусматривается операция корне извлечения.

Линейный ЦППН по уровню ДЗ, представленный на рисунке 1.2, функционирует на основе кусочно-линейной аппроксимации.

В данном преобразователе входное напряжение u_{ex} в первую очередь выпрямляется в детекторе Д и подается на квадратичный преобразователь КВ, имеющий кусочно-линейную аппроксимацию.

При этом фильтр Ф формирует на своем выходе постоянное напряжение $u_{вых}$, значение которого прямопропорционально ДЗ входного напряжения. Далее данное напряжение подается на второй вход квадратичного преобразователя КВ, в котором изменяется коэффициент передачи.

С учетом этого процесса

$$u_{вых} = (|\bar{u}_{ex}|^2) / u_{вых} \cdot \quad (2)$$

В квадратичном преобразователе КВ производится деление среднего квадрата модуля входного напряжения на выходное.

В итоге результате, поступающее на АЦП (ПНК), будет равно

$$u_{вых} = [|u_{ex}|^2]^{1/2}. \quad (3)$$

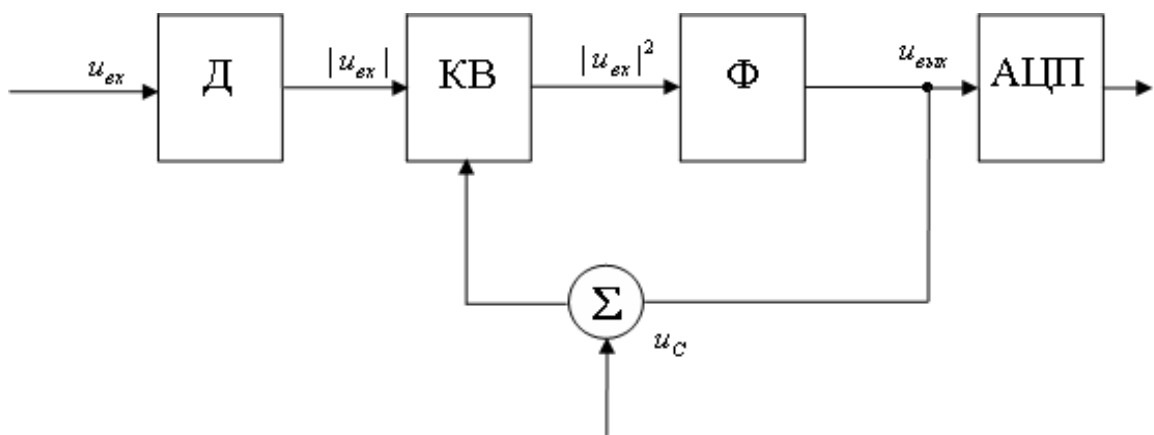


Рисунок 1.2 – Линейный ЦППН по уровню ДЗ

ЦППН по уровню ДЗ переменного напряжения, приведенный на рисунке 1.1, обладает более высоким быстродействием. Однако в виду

нестабильности работы квадратора КВ, запоминающих устройств ЗУ1 и ЗУ2, приводят к дополнительной погрешности, что весьма существенно уменьшает преобразования.

В то же время преобразователь, рассмотренный на рисунке 1.2, несмотря на небольшое быстродействие, имеет сравнительно высокую точностью преобразования, обеспеченная путем квадратичного преобразователя КВ.

В результате рассмотренной выше информации, в качестве разрабатываемого нами ЦППН ДЗ, возьмем за его основу функциональную схему, приведенную на рисунке 1.3.



Рисунок 1.3 – Функциональная схема разработанного ЦППН по уровню его ДЗ

На рисунке 1.3 использованы следующие сокращения:

- ДВ – пассивный детектор – выпрямитель;
- ПНК (АЦП) - преобразователь напряжение - код;
- ЗУ – запоминающее устройство;
- МП – микропроцессор;
- .- входное переменное напряжение – $U_{\sim} = (1 \div 10)В$, $f = 50$ Гц.

2. Функциональная схема цифрового преобразователя ДЗ ПР - напряжения

Обозначим требования к узлам функциональной схемы ЦППН ДЗ, приведенной на рисунке 1.3, согласно требованиям технического задания.

Для преобразования ПР – напряжения в постоянное напряжение (ПС – напряжение) необходим детектор - выпрямитель (ДВ) с внутренним значением сопротивления в пределах 100 кОм и обеспечивать следующие функции:

- работу с входным напряжением переменного тока $U_{var} = (1 \div 10)$ В и значением частоты, равного $f = 50_{-10\%}^{+5\%}$ Гц;
- преобразовывать переменное напряжение по уровню его действующего (среднеквадратического) значения;
- обладать коэффициентом передачи 0,77, при погрешности не более 1,5 %;
- согласованную передачу постоянного напряжения на вход ПНК.

Для преобразования ПС - напряжения в цифровой код (ЦК) используется 10-разрядный ПНК, который обеспечивает:

- преобразование ДЗ переменного напряжения максимальным значением не более 7,7 В в ЦК с собственной низкой погрешностью и временем преобразования не более одной секунды;
- пересылку цифрового результата преобразования в виде позиционного двоичного кода ПДК на десяти разрядное запоминающее устройство ЗУ.

10 – разрядное ЗУ обеспечивает ввод цифрового результата преобразования для последующей обработки в микропроцессор МП. Запоминающее устройство выполнено на двух восьмиразрядных регистрах памяти, которые соединяются последовательно и осуществляют запись/хранение ПДК.

3. Принципиальная схема цифрового преобразователя ДЗ ПР - напряжения

3.1. Детектор - Выпрямитель

Детектор - Выпрямитель применяется в качестве преобразователя ПР - напряжения в ПС – напряжение.

В бакалаврской работе детектор - выпрямитель (ДВ), совместно со сглаживающим фильтром, применяется как преобразователь ПР – напряжения в ПС - напряжение по уровню среднеквадратичного (действующего) значения и вычисляется из выражения

$$U_{\text{вых}} = \sqrt{\int_0^t U^2 dt} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,77U_m \cdot \quad (4)$$

Основные требования, которые востребуются от ВД, это динамический диапазон преобразуемого ПР - напряжения равного $(1 \div 10)$ В при его частоте $50_{-10\%}^{+5\%}$ Гц, погрешность преобразования ДЗ ПР – напряжения должна быть в пределах 1,5%.

В качестве детектора – выпрямителя применяем двухполупериодную выпрямительную мостовую схему и сглаживающий фильтр СФ, который обеспечивает сглаживание выпрямленных колебаний.

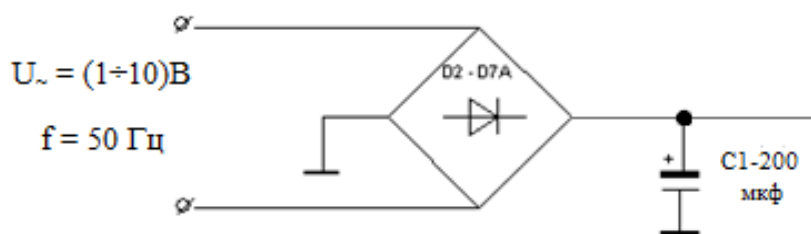


Рисунок 3.1. – Выпрямительный мост со сглаживающим фильтром

В схеме выпрямительного моста применены маломощные германиевые диоды Д7А, со следующими параметрами $I_{обр}=100$ мА, $U_{обр}=50$ В, $U_{пр}=5$ В, $I_{пр}=300$ мА.

Данные диоды позволяют достичь малое значение падения напряжения на детекторе - выпрямители [3], а с целью сглаживания выходного сигнала ДВ применен конденсатор с большим значением емкости номиналом 200 мкФ.

3.2. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП)

АЦП, а в нашем случае это ПНК, служат устройствами, предназначенными для преобразования ПС - напряжения, в позиционный двоичный код (ПДК).

Все другие виды напряжений необходимо перед аналого – цифровом преобразовании представить в виде ПС – напряжения [26].

Переменное напряжение описывается мгновенным $U(t)$ или средним за временной промежуток T значением

$$U_{cp} = U = \frac{1}{T} \int_0^T U(t) dt.$$

Поэтому все разновидности ПНК разделяются на две разновидности: ПНК мгновенных и средних значений.

Преобразование ПС - напряжения в ЦК использует три независимых операции: первой - дискретизации; второй - квантования; и третий - кодирования.

Процесс дискретизации ПС - напряжения является представлением его в виде некоторой последовательности чисел $U(t_n)$, где $n = \overline{0, n}$ отнесенных к некоторым жестко зафиксированным временным моментам.

В ходе дискретизации напряжение $U(t)$ предстает в виде последовательности ее отсчетов $U(t_n)$, что проиллюстрировано рисунком 3. 2.

Процесс квантование заключается в том, что мгновенные значения ПС - напряжения $U(t)$ ограничиваются определенными, заранее установленными уровнями напряжений, которые принято называть уровнями квантования.

В ходе процесса квантования непрерывное напряжение $U(t)$ принимает форму ступенчатой кривой $U_k(t)$, приведенной на рисунке 3.3.

Процесс кодирования производит преобразование дискретных квантованных значений ПС - напряжения в ЦК, то есть в последовательность цифр, которая подчиняется определенному закону.

Посредством процесса кодирования производится условное описание численного значения ПС - напряжения.

За основу процесса дискретизации напряжения взята возможность представления его в форме неких взвешенных сумм

$$U(t) = \sum_0^n a_n f_n (f),$$

где: a_n – представляют собой некоторые коэффициенты (отчеты), отображающие значения напряжения в дискретные временные моменты t ;

$f_n(t)$ – набор неких элементарных функций.

Процесс дискретизации в физическом понимании может быть равномерной и неравномерной.

В случае равномерной дискретизации период отсчетов T остается все время постоянным, а в неравномерной изменяется по какому либо закону.

Неравномерная дискретизация обычно определяется скоростью изменения напряжения и именуется как адаптивная дискретизация [23].

Равномерная дискретизация основана на теореме отсчетов (теореме Котельникова), в которой в качестве коэффициентов a_n применяются мгновенные значения напряжения $U(t_n)$ в некоторые дискретные временные моменты $t_n = T_n$.

При этом сам период дискретизации определяется как $T \geq (2f_m)^{-1}$.

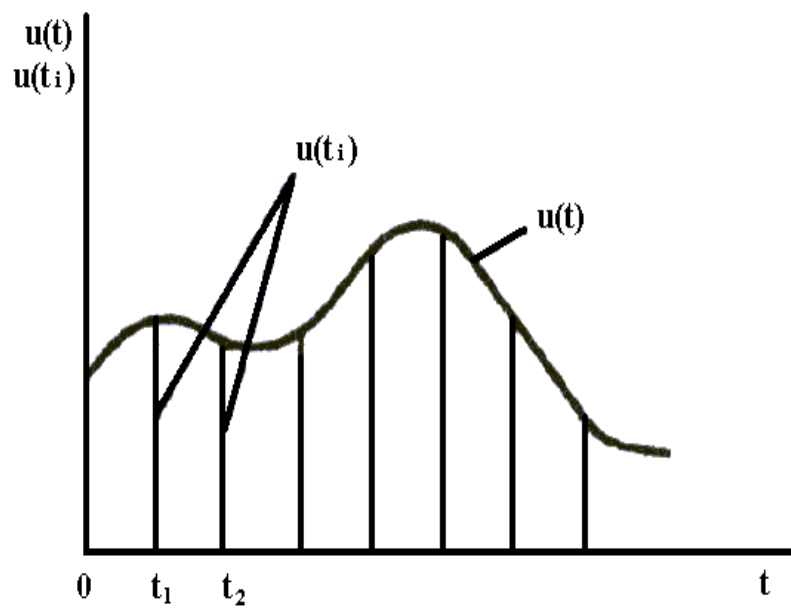


Рисунок 3.2 - Процесс дискретизации напряжения

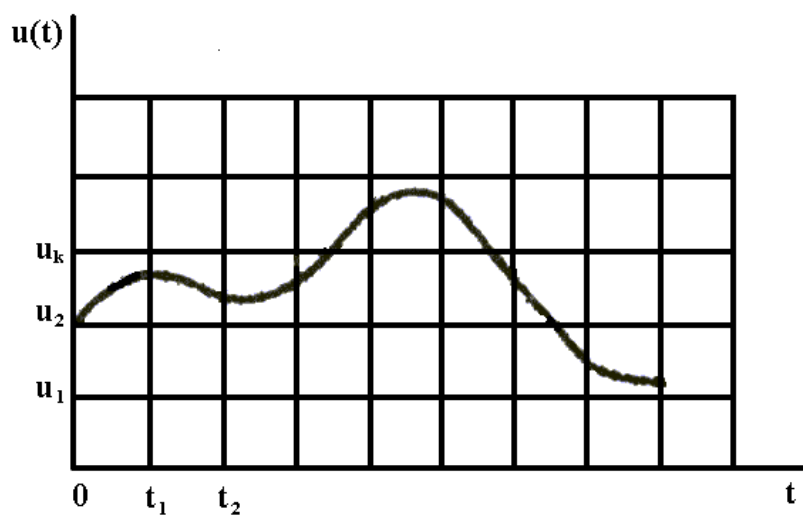


Рис. 3.3 – Процесс квантования напряжения

В отличие от процесса дискретизации, которая в теоретическом плане является обратимой операцией, процесс квантование не является обратимым преобразованием полученной кодовой последовательности и имеет погрешность квантования.

Амплитудная характеристика квантования для идеального случая рассмотрена на рисунке 3.4.

Заметим, что разность между рядом стоящих значений квантованного напряжения принято называть шагом квантования K .

Практически квантование является операцией округления непрерывного напряжения до ближайшего целого значения.

Поэтому максимальная погрешность квантования не превышает значения равного $\pm 0,5 K$.

В практике преобразования напряжения произвольной формы, максимальная погрешность проявляется редко, в связи с этим с целью оценки качества АЦП (ПНК) применяют среднеквадратическую погрешность равную

$$\sigma \approx K / \sqrt{12},$$

которая, имеет примерно в 3 раза меньшее значение чем максимальная погрешность.

Обычно погрешность квантования ПНК определяется значением младшего разряда самого преобразователя.

Выходной величиной ПНК служит ЦК или последовательностью цифр, посредством которых представляются дискретное квантованное напряжение.

В настоящее время в ПНК применяются четыре разновидности кодов, это десятичный, двоично-десятичный, двоичный и код Грея [27].

Обычно ПНК используются и для управления семисегментными индикаторными устройствами.

В большинстве случаев ПНК имеют на выходе двоичный код, в котором каждому числу N соответствует код

$$\{b_i\} = b_1 \cdot b_2 \dots b_n,$$

где значение b_i равно нулю или единице.

Тогда число N в двоичном коде принимает значение

$$N = \sum_{i=1}^n b_i \cdot 2^{n-i} = b_1 \cdot 2^{n-1} + b_2 \cdot 2^{n-2} + \dots + b_n \cdot 2^0.$$

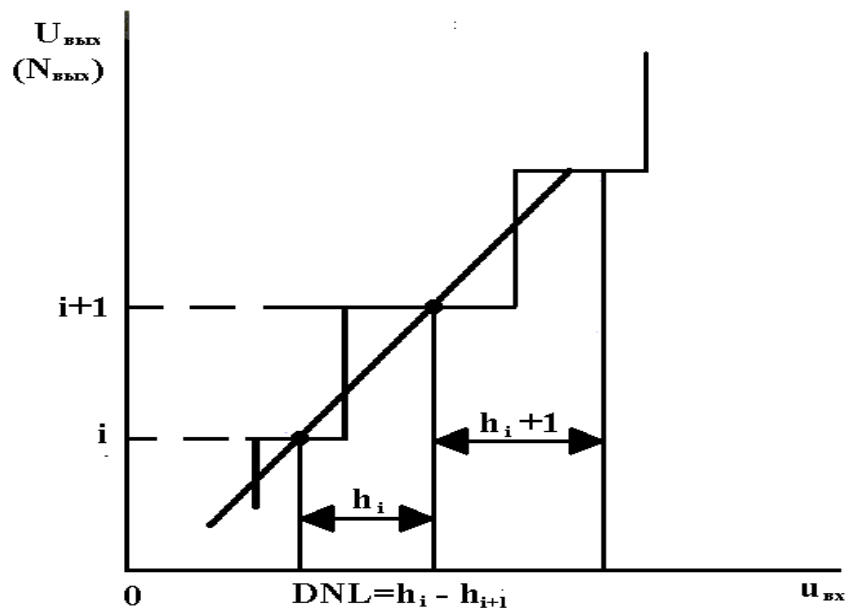


Рисунок 3.4 - Определение дифференциальной нелинейности

Данный код принято в кругу специалистов называть прямым двоичным кодом. Прямой код используется в случае однополярных напряжений сигнала.

Динамический диапазон преобразуемого напряжения равен 2^n , а

$$N_{\text{max.}} = 2^{n-1}.$$

При применении в ПНК двоично-десятичных (ДД) кодов, каждое десятичное число описывается четырьмя двоичными знаками и имеет только десять значений напряжения от 0 до 9.

В виду того, что в процессе кодирования четырьмя двоичными значениями обеспечивается только 16 кодовых значений, то ДД - код не служит единственным кодом.

В технике применяют и коды, в которых числам в тетрадах устанавливаются весовые коэффициенты $8 - 4 - 2 - 1$ или $2 - 4 - 2 - 1$:

Главные технические параметры АЦП (ПНК)

Качество ПНК принято оцениваются их метрологическим характеристикам, которые делятся на статические и динамические группы.

Статическими характеристикам ПНК являются:

- абсолютные значения и полярность преобразуемых напряжений;
- входное и выходное сопротивления;
- значения и полярности выходных кодов;
- значения параметров источников электропитания;
- число двоичных или десятичных разрядов на выходе;
- точность преобразования и другие.

Динамическими характеристиками ПНК служат:

- время или быстродействие преобразования;
- наибольшее значение частоты дискретизации;
- апертурное время;
- динамическая погрешность и другие.

Перейдем к подробному рассмотрению данных параметров.

Главным параметром служит разрешающая способность ПНК, которая определяется величиной, обратной максимальному числу выходных кодовых комбинаций ПНК.

Численное представление разрешающей способности (РС) описывают в процентах или числом разрядов.

Например, 10-разрядный ПНК обладает следующей разрешающей способностью 0,1%.

В случае если напряжение постоянной шкалы такого ПНК соответствует 10 В, то тогда значение РС не превышает 10 мВ.

Точность ПНК описывается абсолютной погрешностью, дифференциальной и интегральной нелинейностями.

Абсолютную погрешность АЦП принято определять в конечной точке его амплитудной характеристики, поэтому ее еще именуют и как погрешность полной шкалы.

Единицей измерения абсолютной погрешности служат единицы младших разрядов.

Дифференциальную нелинейность (PNL) определяют посредством идентичности двух рядом стоящих приращений сигнала, то есть разностью значений напряжений двух рядом стоящих квантов $PNL = h_i - h_{i+1}$.

Оценивание PNL проиллюстрировано рисунком 3.5

Интегральная нелинейность ПНК (JNL) отражает однотипность приращений во всем диапазоне преобразуемого (входного) напряжения и устанавливается по наибольшему отклонению амплитудной характеристики преобразования от прямой линии, то есть, согласно рисунка 3.5

$$JNL = U_i - U_i,$$

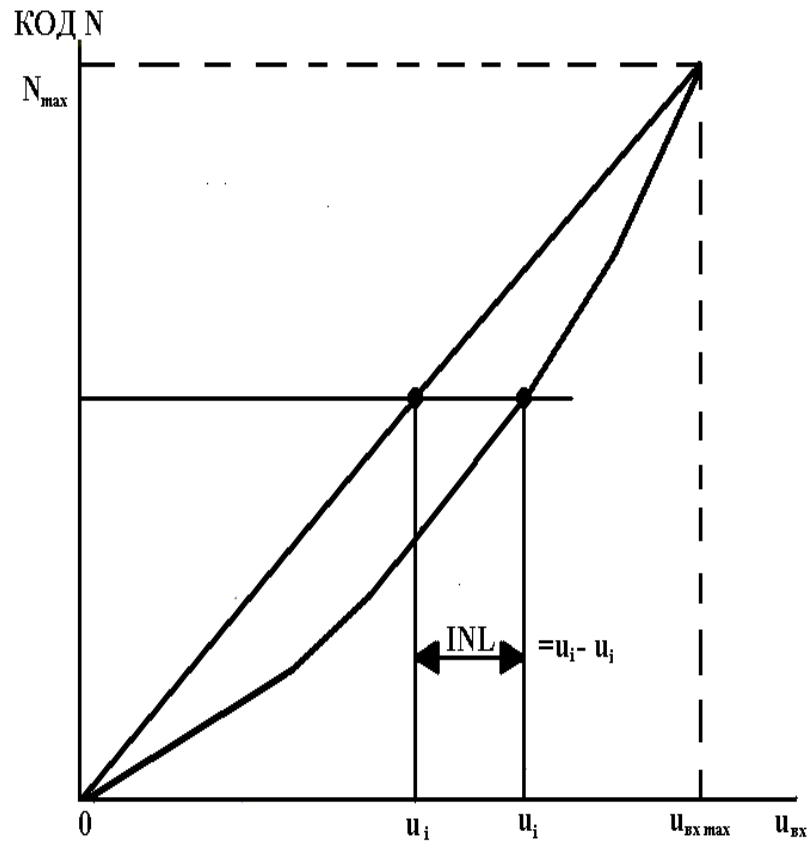


Рисунок 3.5 - Оценка интегральной нелинейности

Время преобразования $T_{пр}$ определяется временным интервалом от начала преобразования до появления устойчивого выходного кода ПНК.

Для одних типов ПНК это время может быть постоянным и не зависеть от значения преобразуемого напряжения, в то время как для других зависит от его значения.

Если ПНК функционирует без УВХ (устройства выборки и хранения), то $T_{пр}$ служит и апертурным временем.

Наибольшая частота дискретизации это, то значение частоты, при которой еще можно осуществлять цифровое кодирование входного напряжения. В ряде случаев максимальную частоту преобразования определяют посредством обратного значения времени преобразования.

3.2.1. Способы построения ПНК

ПНК прямого и косвенного действия, имеют следующие типы: последовательного подсчета, последовательного сближения, параллельного кодирования, параллельно-последовательные и с промежуточным преобразованием во временной интервал.

Рассмотрим некоторые разновидности ПНК, которые можно использовать в нашей бакалаврской работе.

Функциональная схема ПНК последовательного подсчета, приведенная на рисунке 3.6 имеет в своем компаратор (КП), который осуществляет сравнение взаимное входного напряжения и напряжения цепи обратной связи.

Причем только на прямой вход КП подается входное напряжение $U_{\text{вх}}$, а на его инвертирующий вход заводится напряжение обратной связи.

Функционирование данного вида ПНК осуществляется импульсом «Пуск» от схемы управления и замыканием цифрового ключа S . В результате U_1 от ГТИ (генератора тактирующих импульсов) подается на счетчик импульсов (СТ), который управляет функционированием цифро-аналогового преобразователя ЦАП, а в данном случае это преобразователь код-напряжение.

По мере последовательного увеличения цифрового кода N счетчика импульсов осуществляется последовательно-ступенчатое формирование выходного напряжения U_5 ЦАП.

При сравнении выходное напряжение U_5 ЦАП с входным напряжением ($U_{\text{вх}} = U_s$), происходит переключение КП и по сформированному им сигналу «Стоп» цифровой ключ S размыкается.

В итоге импульсы с ГТИ перестают поступать на СТ.

В результате цифровой код, зафиксированный в СТ и равный N , будет представлять результат преобразования данного ПНК.

Временные диаграммы, описывающие процесс преобразования напряжение - код, рассмотрены на рисунке 3.7.

Из временных диаграмм видно, что время преобразования определяется значением входного (преобразуемого) напряжения.

При количестве двоичных разрядов СТ, равном, например n и периоде следования импульсов ГТИ равном T наибольшее время преобразования определяется как

$$T_{\text{пр}} = (2^n - 1)T.$$

Функцию преобразования ПНК последовательного подсчета записывается в следующем виде

$$K\Delta U = U_{\text{вх}},$$

где $0 \leq K \leq n$ – количество ступеней преобразования до момента времени сравнения, а

ΔU – шаг квантования.

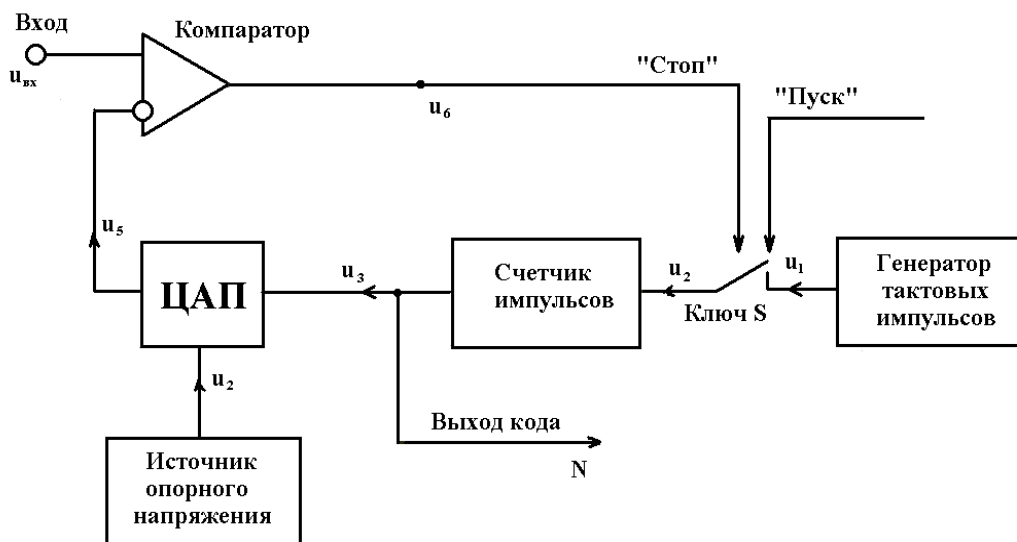


Рисунок 3.6 - ПНК последовательного подсчета

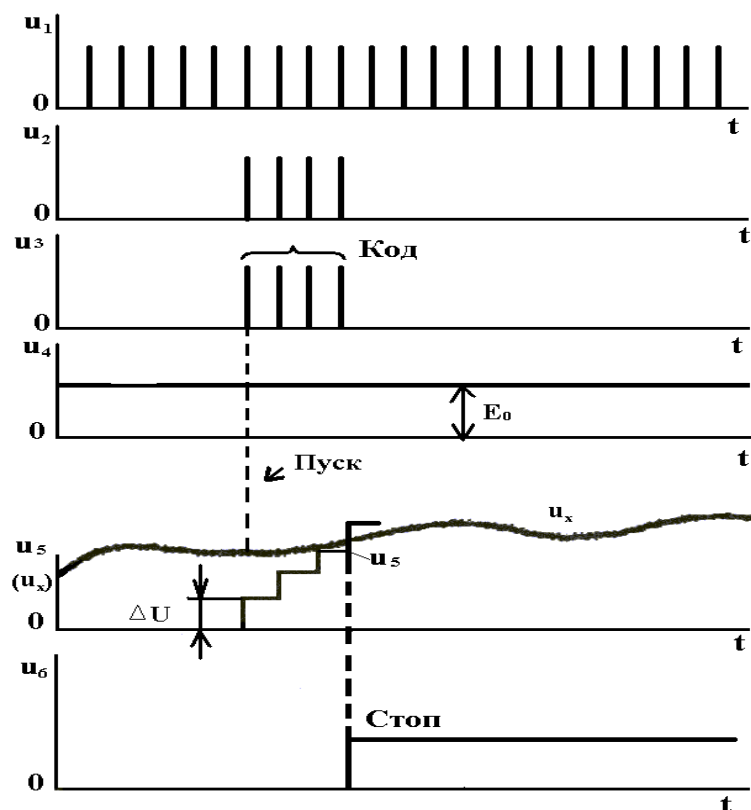


Рисунок 3.7. Временные диаграммы работы ПНК последовательного подсчета

Функциональная схема **АЦП последовательного приближения** приведенная на рисунке 3.8, отличается от структурной схемы ПНК последовательного подсчета тем, что счетчик импульсов отсутствует, но зато вместо него включается РПП (регистр последовательного приближения).

Работа РПП основана на так называемом принципе дихотомии, то есть последовательного во времени сравнении входного напряжения $U_{вх}$ с $1/2$, $1/4$, $1/8$ и так далее до максимально возможного его значения U_m .

Такой подход обеспечивает для n - разрядного ПНК выполнение всего преобразования за n последовательных циклов вместо (2^{n-1}) при применении

последовательного подсчета и тем самым обеспечить значительный выигрыш в быстродействии.

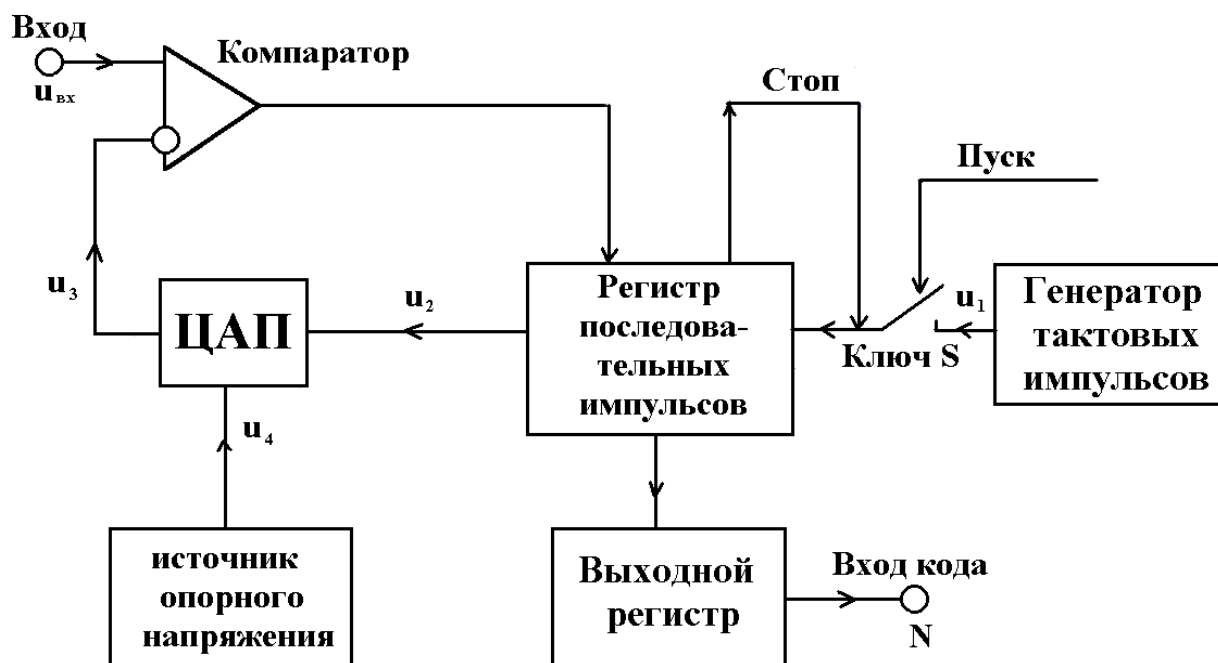


Рисунок 3.8 – ПНК последовательных приближений

На каждом шаге итерации осуществляется определение только одного разряда, причем начинается определение только со старшего разряда.

При первом сравнении устанавливается, больше или меньше значение напряжения $U_{вх}$, по сравнению с напряжением $U_m/2$.

В процессе следующей итерации определяется, в какой четверти диапазона находится $U_{вх}$.

Таким образом, каждый последующий шаг итерации сужает область возможного цифрового результата преобразования.

При этом в каждом сравнении компаратор КП формирует импульсные сигналы, которые соответствуют состоянию «больше - меньше» (логические 1 или 0) и осуществляющие управление РПП.

Временные диаграммы работы преобразователя напряжение – код последовательного приближения рассмотрены на рисунке 3.9.

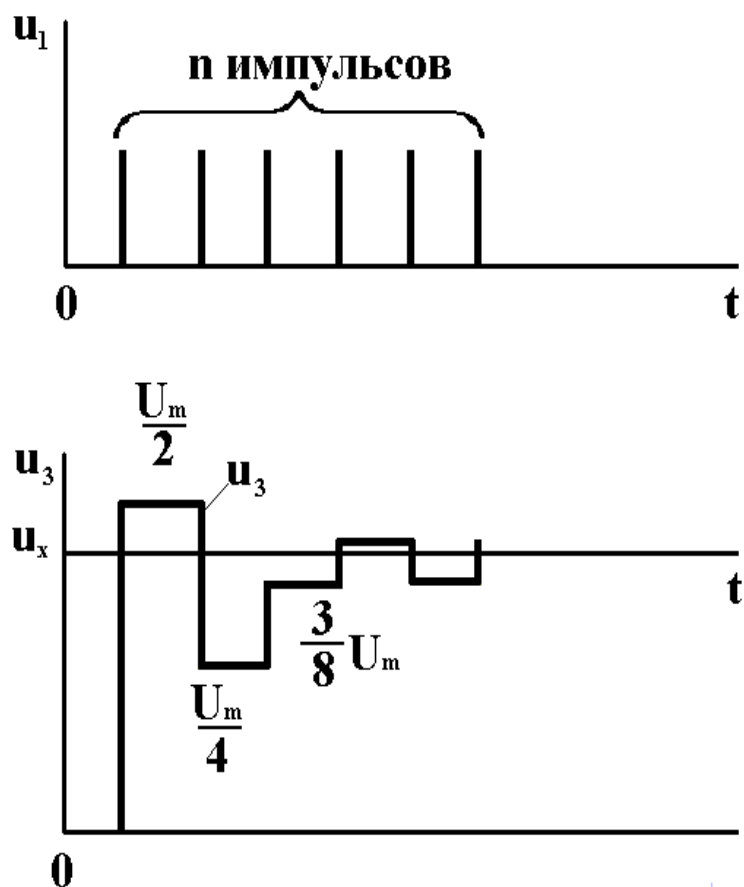


Рисунок 3.9 – Временные диаграммы работы ПНК последовательного приближения

Структурная схема параллельного ПНК рассмотрена на рисунке 3.10. В данном типе преобразователей напряжение – код осуществляется одновременное квантование входного напряжения $U_{вх}$ посредством с помощью набора из 2^n компараторов, включенных параллельно входу. Значения пороговых уровней напряжений всех компараторов устанавливаются резистивным делителем опорных напряжений $U_{оп1}$ и $U_{оп2}$ в соответствии с примененной шкалой квантования.

На выходах компараторов формируется квантованный сигнал, в форме унитарного код (УК).

С целью преобразования УК кода в двоичный (или двоично-десятичный) применяется кодирующий преобразователь.

Следует отметить, что при использовании двоичного кода все резисторы делителя обладают одинаковыми номиналами сопротивления R .
 Время преобразования параллельного ПНК равен одному такту, то есть

$$T_{\text{пр}} = T.$$

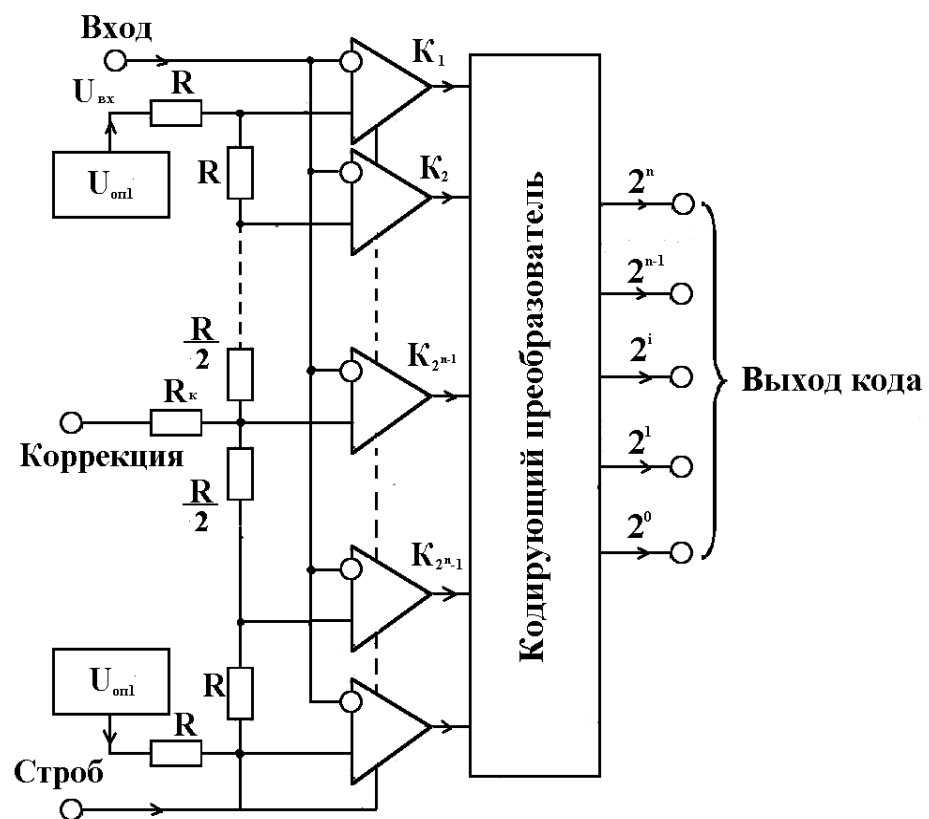


Рисунок 3.10 – Параллельный ПНК

Наибольшая (максимальная) частота дискретизации параллельного ПНК приблизительно равна 100 мГц.

Для обеспечения широкой полосы пропускания, следует применять компараторы с режимом стробирования [24].

Делитель опорного напряжения параллельного ПНК выполняется на прецизионных с низким значением сопротивлений резисторах.

Вывод «Коррекция» предназначен для установки напряжения смещения нулевого уровня напряжения на входе преобразователя, а по выводу $U_{оп2}$ – абсолютной погрешности преобразования в конечной точке шкалы.

Номинальные значения опорных напряжений обычно равны

$$U_{оп1} = -0,075 \dots 0 \text{ В,}$$

$$U_{оп2} = -2,1 \dots -1,9 \text{ В,}$$

а типовое время задержки срабатывания компараторов не более 7 нс.

3.2.2. Функциональная схема ПНК последовательных приближений

Для обеспечения требований технического задания на бакалаврскую работу нами в качестве преобразователя напряжение – код был выбран ПНК последовательного приближения, выпускаемой отечественной промышленностью, в виде ИМС К1113ПВ1А.

Данная микросхема представляет собой скоростной 10-разрядный преобразователь [4].

На рисунок 3.11 приведена функциональная схема ИМС К1113ПВ1А. Здесь запуск ПНК производится подачей сигнала «логический ноль» на вывод 11.

По истечении времени, необходимого на преобразование, на выводе 17 формируется сигнал «логическая единица», которым код подается на цифровые выходы.

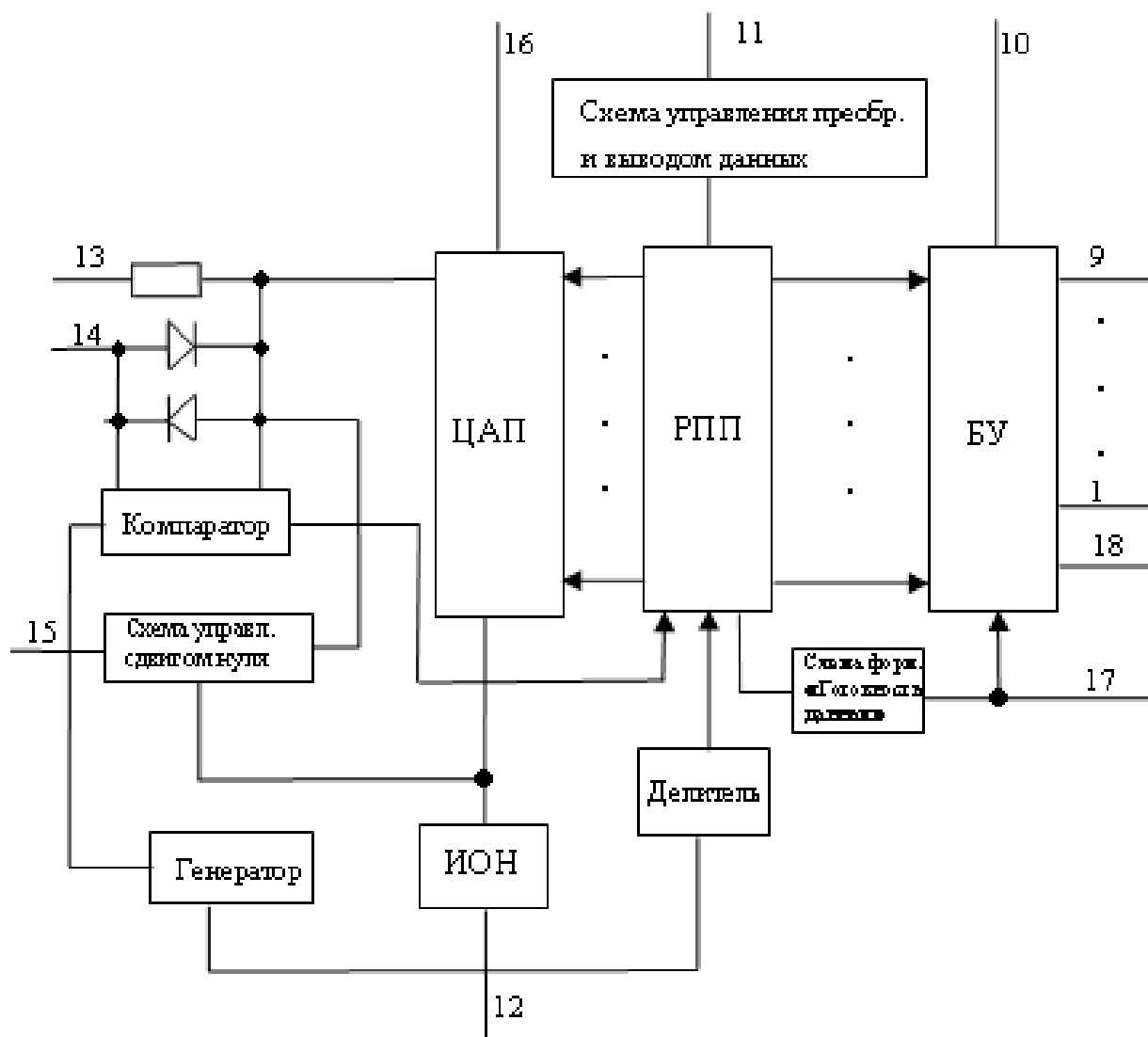


Рисунок 3.11 – Функциональная схема ИМС К1113ПВ1А

При поступлении на вывод 11 сигнала «логическая единица» в РПП (регистре последовательного приближения) информация стирается и ПНК готов к очередному преобразованию.

В случае работы с однополярными входными напряжениями значениями не более 10В, вывод управления сдвигом нуля (вывод 15) не используется.

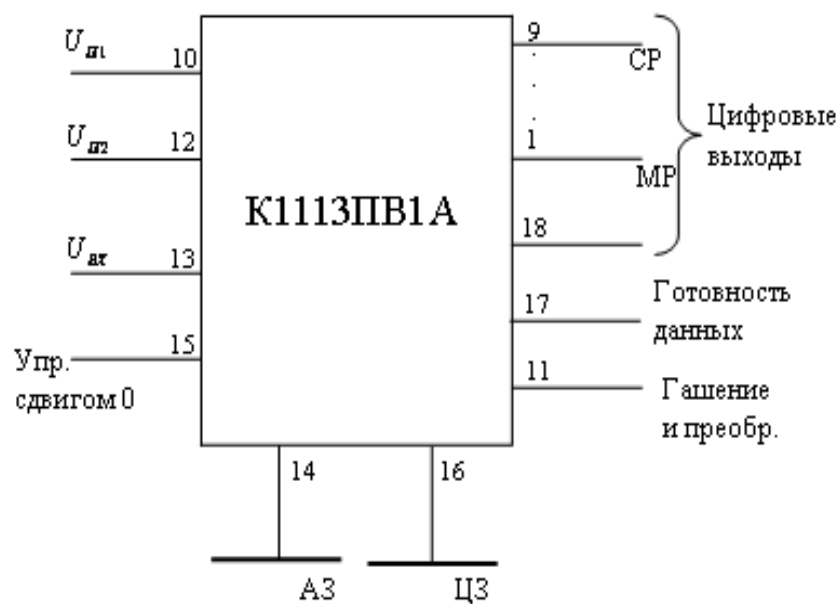


Рисунок 3.12 – Схема электрического включения ИМС К1113ПВ1А

Ключевые параметры ИМС К1113ПВ1А имеют следующие значения:

- диапазон преобразуемого напряжения (0÷10) В;
- напряжения электропитаний +5 В и -15 В;
- время преобразования не превышает 30 мкс;
- абсолютная погрешность преобразования не более 0,1%.

3.2.3. Запоминающее устройство

Запоминающие устройства (ЗУ) выполняются на регистрах памяти, которые в свою очередь строятся на основе D-триггера. Функционирование регистров, работающих по переднему фронту тактового импульсного сигнала, практически соответствует функционированию D-триггера.

Положительным фронтом тактового импульсного сигнала С каждый из прямых выходов регистра памяти устанавливается в тот логический уровень, который был в этот момент на соответствующем данному выходу входе D, и сохраняется таковым до прихода следующего положительного фронта импульсного сигнала С.

Таким образом, если D - триггер запоминает один двоичный разряд (или один бит информации), то регистр памяти и, соответственно, ЗУ на его основе – запоминает сразу несколько (4, 6, 8, 16 и так далее) разрядов или битов информации. Память ЗУ сохраняется только ее при выключенном электропитании.

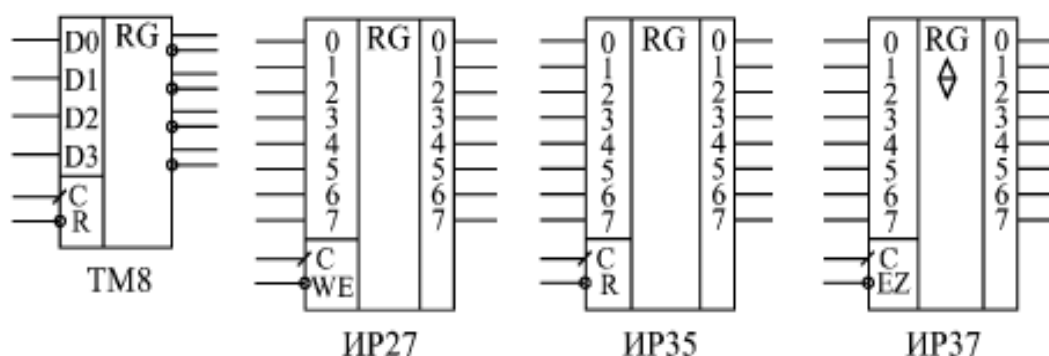


Рисунок 3.13 - Параллельные регистры стандартных серий, срабатывающие по фронту

На рисунке 3.13 приводятся некоторые стандартные серии ИМС в состав которых входит несколько типов параллельных регистров памяти, которые срабатывают по фронту импульсного сигнала на С – входах.

Регистры памяти различаются:

- числом разрядов;
- наличием или отсутствием инверсных выходов, входа сброса (R), а также разрешения записи (WE);
- типом выходных каскадов (2С или 3С);
- наличием (или отсутствием) входа разрешения EZ.

В некоторых схемах тактовый вход С имеет обозначение WR – импульс записи в регистр памяти.

Большинство регистров памяти содержит восемь разрядов, что позволяет запоминать один байт информации.

Регистр памяти типа ТМ8 в справочных источниках принято называть счетверенным D-триггером, хотя он может рассматриваться и как регистр памяти, так как тактовый вход С и вход сброса R всех четырех триггеров объединены.

Таблицы истинности регистров памяти довольно просты и не отличаются чем-то принципиальным от таблицы истинности D-триггеров.

Отличия от триггеров проявляются в случае наличия у регистра памяти дополнительных управляющих входов разрешения записи WE и разрешения выхода EZ.

По переходу тактового сигнала С из состояния «логический ноль» в состояние «логическая единица»¹ (положительный фронт) все регистры памяти (см. рисунок 3.13) осуществляют запись входной информации.

Следует иметь в виду, что регистры памяти, с тремя выходными состояниями, обладают повышенной нагрузочной способностью. Задержка переключения регистров памяти обычно равна задержке переключения триггеров.

Все те временные ограничения, которые накладываются на входные сигналы триггеров, имеют быть место для входных сигналов регистров памяти. Например, длительность сигнала С и задержка между установлением сигнала D и приходом переднего фронта сигнала С не должны быть слишком малыми. В противном случае работа регистра памяти оказывается нестабильной и неправильной.

Применение регистров памяти заключается в хранении цифрового кода в течение необходимого времени. Если для работы части устройства требуется цифровой код, который можно легко изменять, то для этой цели и подходит регистр памяти.

На рисунке 3.14 приведена стандартная схема включения регистра памяти для хранения цифрового кода и его временная диаграмма работы.

Цифрового кода на входе регистра памяти может изменяться случайным образом, но в момент времени приема этого кода, на вход С триггера подается синхронизирующий сигнал (строб - сигнал), который и осуществляет запись кода в регистр памяти. Записанный цифровой код

храниться в регистре памяти до момента времени поступления следующего строб - сигнала.

Причем здесь имеет быть важным и то, что все разряды выходного кода регистра памяти переключаются одновременно даже в том случае, когда разряды входного кода регистра памяти переключаются не одновременно. Однако здесь главным является то, что до прихода переднего фронта строб - сигнала С, все разряды входного кода должны принять устойчивое состояние.



Рисунок 3.14 - Регистр памяти для хранения цифрового кода и его временная диаграмма

Одно из важнейших применений регистров памяти связано с их возможностью запоминать нескольких последовательных значений изменяющегося входного кода. Это обеспечивает, например, сравнение предыдущего значения цифрового кода с последующим его значением или

осуществлять арифметические операции над несколькими последовательными значениями одного и того же кода.

То есть регистр памяти в данном случае выступает в качестве цифровой линии задержки, сохраняющую информацию о поведении входного цифрового кода.

В бакалаврской работе запоминающее устройство (ЗУ) представляет собой блок, который предназначен для приема и хранения цифровой информации и обеспечения доступа со стороны внешнего микропроцессора МП.

ЗУ содержит два параллельных регистра памяти, см. рисунок 3.15, в качестве которых применены ИМС 1533ИР33, каждая из которых представляет собой маломощный скоростными 8-разрядный регистр памяти [8]. Время задержки регистра памяти К1533ИР33 составляет не более 15 нс, а потребляемая мощность около 120 мВт.

Основные требования, которое востребованы от запоминающего устройства, это его экономичность и высокая скорость записи цифрового кода. Режимы работы регистра памяти на интегральной микросхеме 1533ИР33 приводится в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Режимы работы регистра памяти

Входы			Выходы
\overline{EO}	C	D	O
0	1	1	1
0	1	0	0
0	0	x	Q_0
1	x	x	Z

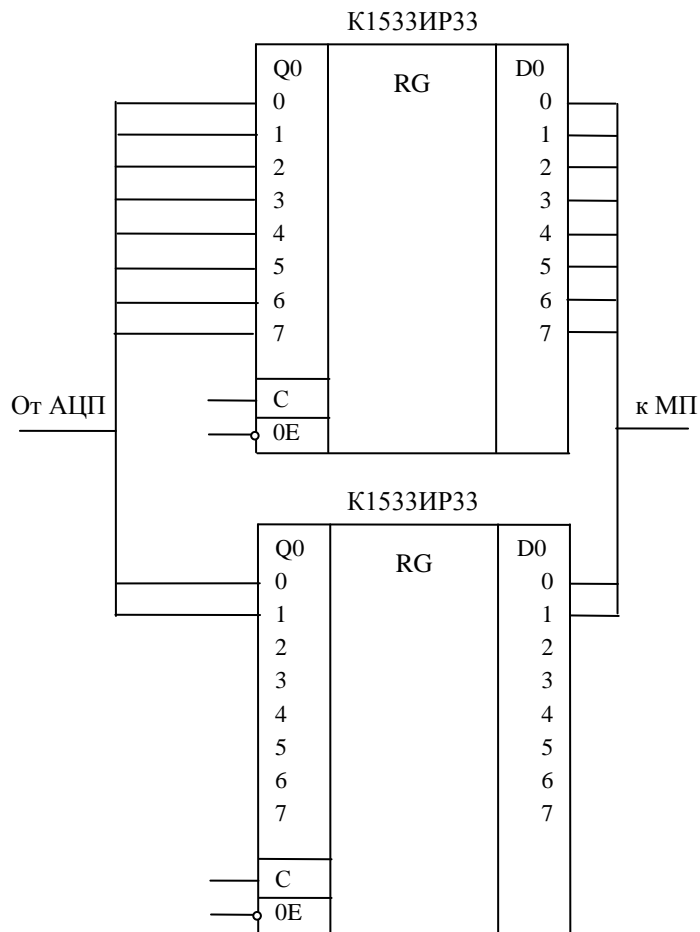


Рисунок 3.15 – Функциональная схема запоминающего устройства

4. Моделирование мостового выпрямителя с фильтром

Моделирование схемы осуществлялось с использованием пакета программ схемотехнического моделирования Micro-Cap 7. Для моделирования был применен мостовой выпрямитель со сглаживающим фильтром. Электрическая схема модели представлена на рисунке 4.1.

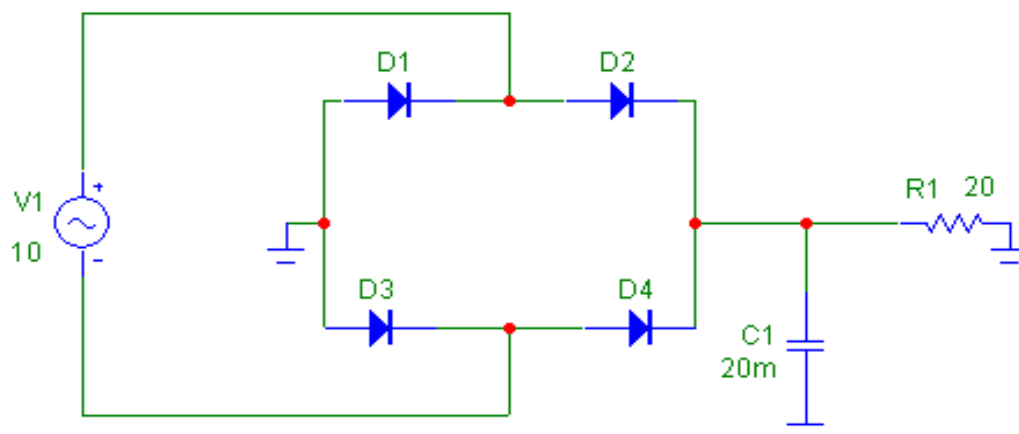


Рисунок 4.1 - Электрическая схема мостового выпрямителя и сглаживающего фильтра

Источник переменного напряжения V1 имеет технические параметры, рассмотренные в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Параметры источника переменного напряжения синусоидальной формы

Имя параметра	Параметр	Значение	Ед. измерения
A	Амплитуда сигнала	10	В
F	Частота сигнала	50	Гц

Диоды D1, D2, D3, D4 имеют параметры, приведенные в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Параметры диодов мостового выпрямителя

Имя параметра	Параметр	Значение	Единицы измерения
IS	Ток насыщения при температуре 27°C	10^{-4}	А
M	Коэффициент лавинного умножения	0,5	-
VJ	Контактная разность потенциалов	0,3	с
EG	Ширина запрещённой зоны	0,75	эВ

Итоги моделирования выпрямителя рассмотрены на рисунке 4.2.

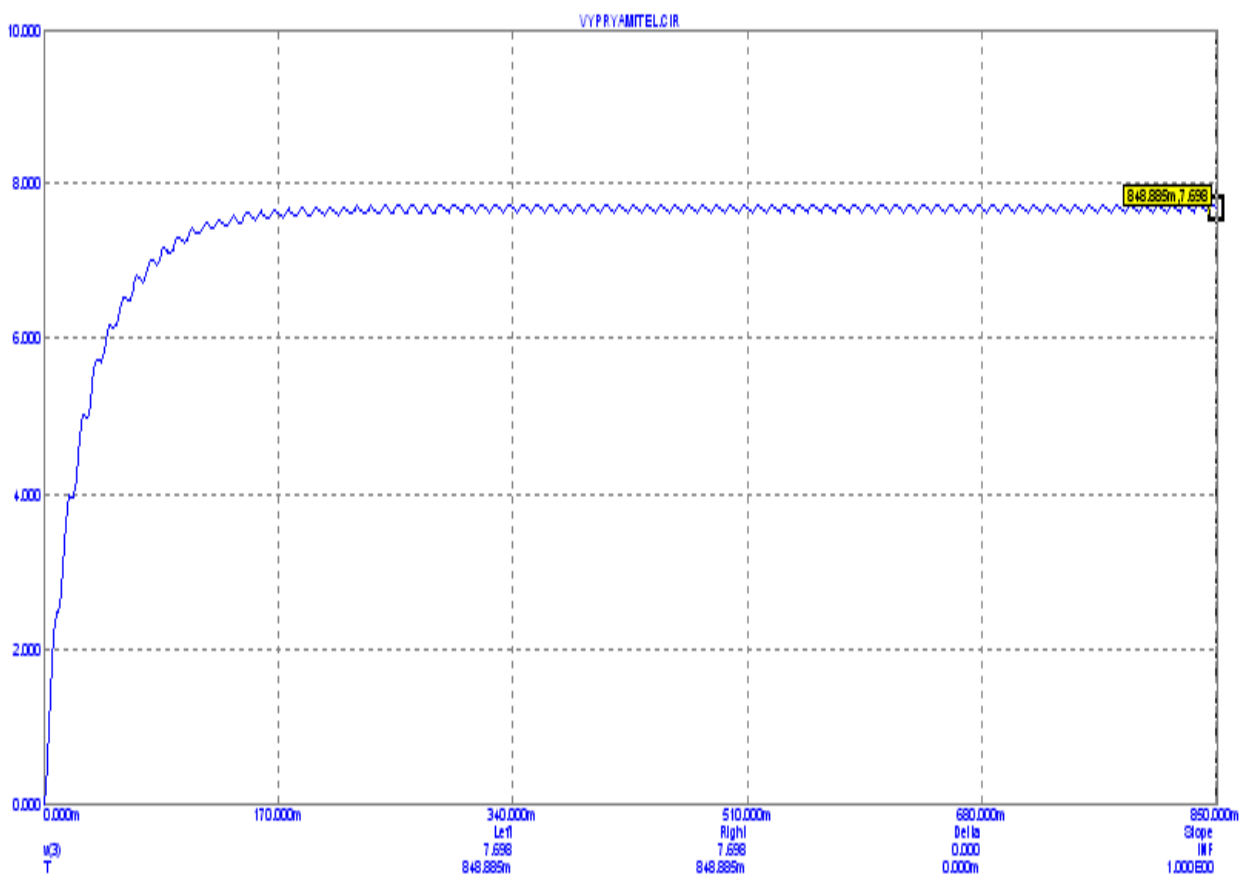


Рисунок 4.2

Из рисунка 4.2 следует, что установившееся значение равно 0,77 от амплитудного значения, что соответствует среднеквадратичному значению. При этом погрешность преобразования среднеквадратичного значения равна

$$\delta = \frac{\Delta U}{U_H} \cdot 100\% = \frac{0,095}{7,7} \cdot 100\% = 1,23\% . \quad (5)$$

5. Сводный анализ метрологических параметров преобразователя

Для подтверждения работоспособности разработанного цифрового преобразователя действующего значения переменного напряжения и соответствия его, требованиям технического задания, приведем его основные характеристики:

- обеспечен диапазон входного напряжения (1÷10) В при частоте $50_{-10\%}^{+5\%}$ Гц;
- время преобразования не более 1 сек обеспечивается параметрами выпрямителя, ПНК и запоминающим устройством ($t_{\text{преобр}} = 0,247 + 3 \cdot 10^{-5} + 1,5 \cdot 10^{-8} \approx 0,25$ с);
- погрешность преобразования не более 1,5% достигается параметрами выпрямителя ($\delta = 1,23\%$).
- доступ к цифровому результату преобразования со стороны микропроцессора МП обеспечивается наличием в схеме запоминающего устройства;
- входное сопротивление не менее 50 кОм достигается за счет параметров мостового выпрямителя.

6. Стадии жизненных циклов продукта и технологической инновации

Жизненный цикл нового продукта имеет семь этапов:

- разработка и производство нового продукта; - его выход на потребительский рынок; - развитие потребительского рынка; - его стабилизация; - уменьшение рынка потребления; - его спад; - окончательное падение рынка [17-19].

На этапе разработки нового продукта производитель организует инновационный процесс и на этом этапе осуществляется существенное вложение капиталов (финансовых, материальных и других).

Этап поступления на потребительский рынок показывает период времени внедрения нового продукта на рынок и когда продукт начинает приносить прибыль.

Длительность данного этапа определяется интенсивностью рекламы, уровнями существующей инфляции и эффективностью продаж новых продуктов.

Этап развития рынка потребления связан с ростом объемов продаж (реализации) продукта на рынке, продолжительность его устанавливает время, в течение которого новый продукт очень активно реализуется, поэтому рынок достигает предела насыщения данным продуктом.

Этап стабилизации рынка означает, его насыщение данным продуктом, то есть объемы реализации достигли максимального значения и дальнейший рост продаж не предвидится.

Этап уменьшения потребительского рынка, это стадия, на которой происходит спад объемов реализации продукта, однако при этом еще имеется спрос на этот продукт и, следовательно, существуют реальные предпосылки к росту объема продаж продукта.

Этап подъема рынка потребления служит продолжением предыдущего этапа.

Если спрос на продукт продолжает существовать, то производитель продолжает исследовать его спрос, видоизменять ценовую политику, использовать материальное стимулирование продаж как продавца, так и покупателя [18]. Осуществлять различные дополнительные мероприятия, включая активную рекламную деятельность.

Выше приведенные мероприятия позволяет производителю и продавцу увеличить объем продажи продукта на определенный промежуток времени [18-19] . Но при этом объемы продаж не могут возрасти до ранее достигнутого значения.

Этап временного подъема потребительского рынка продолжается короткое время и переходит в последнюю стадию – этап падения потребительского рынка.

Этап падения рынка характеризуется резким снижением объемов продаж продукта, вплоть до нуля. На этом этапе осуществляется либо полная реализация продукта, либо ее полное прекращение из-за ненужности продукта покупателю.

Жизненный цикл технологической инновации включает четыре этапа:

- разработка новой технологии, ее документальное представление;
- техническое воплощение технологии;
- стабилизация рынка;
- падение рынка.

В ходе этапа разработки технологии и ее документального описания проводятся следующие работы:

- поиск идеи (инновации);
- разработка алгоритма реализации инновации, включая технологическую документацию;
- финансирование затрат на разработку.

Этап реализации связана с воплощением инновации как внутри субъекта хозяйствования, так и ее реализацией на потребительском рынке.

На данном этапе активно работает механизм продвижения и распространения инновации.

Этап стабилизации указывает на насыщение потребительского рынка данным видом технологии и постепенно, а иногда и скачкообразно переходит к этапу падения потребительского рынка. При этом объемы продаж технологии уменьшается вплоть до их полной остановки.

Инновационное предпринимательство (ИП), будучи бизнес процессом, имеет следующие стадии: поиск инновационной идеи; ее оценка посредством прикладных исследований; разработка бизнес-плана ИП; поиск необходимых ресурсов и управление созданным. Под воплощение инновации, предприятием.

В теории можно считать, что чем «моложе» фаза, на которой находится новшество, тем больше его привлекательность на потребительском рынке. При этом многое зависит от продолжительности разработки и продвижения его на товарный рынок.

То есть быстрое воплощение инновационного процесса напрямую связано с его успехом.

В ряде случаев инновации растягивается на большое время и за это время появляются другие инновации, и в итоге Ваш продукт не будет иметь большого значения и, соответственно, стоимости.

7. Реакции организма на лучевое воздействие

Уровень поглощенных доз является условием, определяющим возможности отклика живого организма на лучевое воздействие (ЛВ).

Так, например одиночное облучение организма собаки γ - излучением дозой (400÷500) рад приводит к лучевой болезни, а одиночное облучение дозой в 50 рад ведет только к временному снижению количества лимфоцитов и нейтрофилов в ее крови [20-22].

Временной фактор при прогнозе последствий облучения имеет важнейшее значение в связи с развивающимися после ЛВ изменениям в тканях и органах живого существа.

Биологические реакции человека и его организма на воздействия ионизирующей радиации делятся на два вида.

Первым видом являются острые поражения, а ко второму только отдаленные последствия, которые следует разделять на соматические и генетические эффекты.

В процессе действия ионизирующих излучений (ИИ) на человека в его тканях происходят сложнейшие химические, физические и биохимические (комплексные) процессы.

ИИ осуществляют ионизацию атомов и молекул организма, в результате этого процесса молекулы и клетки его тканей разрушаются.

Известно, что на две третьих организм человека состоит из вода и углерода. Причем вода под воздействием ЛВ разделяется на водород Н и гидроксильную группу ОН, которые напрямую или посредством цепи вторичных превращений, создают новые соединения (гидратный окисел HO_2 и перекись водорода H_2O_2) с высокой химической активностью [21,22].

Данные вновь образованные соединения при взаимодействии с молекулами органического вещества ткани организма, окисляют и, соответственно, разрушают ее.

В результате воздействия ИИ нарушается нормальное и естественное протекание биохимических процессов и обмен веществ в живых организмах.

Изменения в организме могут иметь обратимый и необратимый характер, который определяется поглощенной дозой ЛВ и особенностью организма человека [24].

При небольших дозах ЛВ, пораженная им ткань организма обладает возможностью восстанавливать свою работоспособность.

Значительные дозы ЛВ тем более при длительном воздействии вызывают необратимые изменения отдельных органов и всего организма (так называемое лучевое заболевание).

Любое ЛВ приводит к биологическим изменениям организма как при внешнем его облучении, когда источник облучения находится вне организма, так и при внутреннем облучении, когда радиоактивные вещества оказываются внутри самого организма, например, в процессе вдыхания или при употреблении пищи или воды [22].

Биологическое воздействие ИИ определяется дозой и продолжительностью действия ЛВ и видом радиации, а также размерами облучаемой поверхности и индивидуальными особенностями организма самого человека.

Заключение

В результате выполнения бакалаврской работы был разработан ЦППН действующего значения.

В разработанном цифровом преобразователе вначале производится преобразования напряжения переменного тока напряжение постоянного тока, а затем постоянное напряжение, посредством ПНК последовательного приближения, преобразуется в цифровой код.

Проведен расчет функциональных блоков (мостового выпрямителя со сглаживающим фильтром, ПНК и запоминающего устройства) цифрового преобразователя.

В разработке использованы отечественные интегральные микросхемы ИМС К1533 и К1113 серий с логикой ТТЛ – типа, обладающие малой временной задержкой и мощностью электропотребления.

Преобразователь имеет динамический диапазон преобразования $(1 \div 10)$ В, частоту преобразуемого переменного напряжения 50 Гц и время преобразования менее одной секунды.

Разработанный ЦППН по уровню действующего значения полностью соответствует техническому заданию на его реализацию.

Список использованной литературы

1. Губарь В.И. и др. Аналого-цифровые измерительные преобразователи переменного тока. К.: Техника, 1979. – 192 с., ил.
2. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. – Л.: Энергия. Ленингр. Отделение, 1980. – 248 с., ил.
3. Иванов-Цыганов А.И.. Электроизмерительные устройства РЭС: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1991. – 272 с.: ил.
4. Изделия электронной техники. Цифровые микросхемы: Справочник/ О.Н. Лебедев, А.И.Мирошниченко и др./ под ред. А.И. Ладика. – Радио и связь, 1994. – 247 с.
5. Кончаловский В.Ю. Цифровые измерительные устройства. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 304 с.
6. Никонов А.В. Основные узлы цифровых измерительных устройств: Учеб. пособие.- Омск: Изд-во ОмГТУ, 2001. – 52 с.
7. Одинец А.И. Цифровые устройства: Учеб. Пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2000. – 64 с.
8. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы: Справочник/ С.В.Якубовский, Л.Н. Ниссельсон, В.И. Кулешова и др./ под ред. С.В.Якубовского. – Радио и связь, 1989. – 496 с.: ил.
9. Кузнецов В.А. Измерения в электронике: Справочник – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 512 с.
10. Мальцева Л.А. Основы цифровой техники – М.: Радио и связь, 1987. – 128с.
11. Новиков Ю.В. Основы цифровой схемотехники. Базовые элементы и схемы. Методы проектирования – М.: Мир, 2001. – 379 с.
12. Орнадский П.П. Автоматические измерения и приборы. – К.; Техника, 1990. –448 с.

13. Потёмкин И.С. Функциональные узлы цифровой автоматики. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 320 с.
14. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника – СПб: БХВ - Петербург, 2004. – 528 с.
15. Шило В.Л. Популярныe цифровые микросхемы: Справочник – М.: Металлургия, 1988. – 352 с.
16. Пухальский Г.И., Новосельцева Г.Я. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах: Справочник.– М.: Радио и связь, 1990.– 304 с.
17. Друкер, П. Ф. Бизнес и инновации / П. Ф. Друкер. – М.: Вильямс, 2009. – 432 с.
18. Управление инновациями. Кн. 1-3 : учебное пособие / под ред. Ю. В. Шленова. – М.: Высшая школа, 2003.
19. Хотяшева, О. М. Инновационный менеджмент : учебное пособие /О. М. Хотяшева. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 384 с.
20. Кукин П.Л., Лапин В.Л. «Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда»: М., Высшая школа, 2003.
21. Муравей Л. А. «Экология и безопасность жизнедеятельности»: М., ЮНИТИ, 2000.
22. Пряхин В.Н., Соловьев С.С. «Безопасность жизнедеятельности человека в условиях мирного и военного времени»: М.: Экзамен, 2006
23. Richard C.Jaeger, Travis N.Blalock. Microelectronic Circuit Design, 5th Edition, MCGraw-Hill Edition, 2015. – 1360 p .
24. Bobby E. Ricks, Jeffrey Dingle, Truett A. Ricks. Physical Security and Safety: A Field Guide for the Practitioner, CRC Press, 2014. – 179 p .
25. Anindya Dasgupta, Parthasarathi Sensarma. Design and Control of Matrix Converters, Springer, 2017. – 124 p .
26. Davide Bucci. Analog Electronics for Measuring Systems, Wiley, 2017. – 180 p .

27. Elena Valderrama, Jean-Pierre Deschamps, Lluís Terés. Digital Systems, Springer, 2016. – 241 p .