

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Інституту інформатики та радіоелектроніки
Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій

Кафедра радіотехніки та телекомунікацій

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему Дослідження проникнення імпульсів синхронізації цифрових
сигналів

Виконав: студент 2 курсу, групи РТЗ-919м

Спеціальності 172 «Телекомунікації та
радіотехніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Інформаційні мережі зв'язку»

Матросов Ігор Олександрович

(прізвище та ініціали)

Керівник

Григор'єв М. Р.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Кудерметов Р. А.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет Інститут інформації та радіоелектроніки
Кафедра Радіотехніка та телекомунікації
Ступінь вищої освіти магістр
Спеціальність 172, Телекомунікації та радіотехніка
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) „Інформаційні мережі зв'язу“
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри РТТ
к.т.н. доц. Морщавна С.
« » 20

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Матросова Тарас Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження проєктування імпульсів синхронізації цифрових сигналів

керівник проекту (роботи) Черненко
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «06» листопада 2020 року №

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 11.12.2020

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Частота
швидкості передачі синхронізаційних імпульсів - 1,54 МБ/с;
число розрядів для аналізу - 17;
число каналів - 24, максимальна довжина даних
- 192 біти.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ

1. Постановка задачі
2. Фізична організація імпульсів синхронізації
3. Методи відновлення інформації
4. Розрахунок структури сітки корекції
5. Техніко-економічне обґрунтування

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Презентація роботи в Microsoft PowerPoint prevede
схему функціональної схеми, структурної схеми каналу
передачі даних, модель транзистора, використовуватися при
виконанні електричних розрахунків.

Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-4	Чернобродов М.Р.		
5	Севастьянов О.В.		
6	Якимов І.В.		
4 - контроль	Мороз Т.П.		

Дата видачі завдання « 01 » вересня 2020 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Встановлення задачі	1 тиждень	
2	Фізичні параметри імпульсів синхронізації	4,5 тижнів	
3	Методи відновлення інформації	2 тижні	
4	Розробка структурної схеми блоку керування	1,5 тижня	
5	Техніко-експериментальне обґрунтування	4 тижні	
6	Оцінка графі та безпеки у надзвичайних ситуаціях	3 тижні	

Студент(ка)

(підпис)

 Матусов Т.О.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

 Чернобродов М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 89 сторінок, 20 рисунків, 8 таблиць, 24 джерела

Об'єкт розробки – блок корекції помилок синхронізації.

Мета роботи – поліпшення схем синхронізації під час передачі цифрових потоків.

У пояснювальній записці розглянуто різні причини і слідства прослизань сигналів синхронізації, типові рішення обміну пристроїв типу DTE-DCE в синхронному і асинхронному режимах. Розроблено структурну схему блоку корекції, що виключає прослизання цифрових сигналів.

Для виключення прослизань можна скористатися методом усунення прослизань за допомогою ЦАП і АЦП, або введенням надлишкових бітів в потік даних, переданих по каналу зв'язку.

У ПЗ виконані техніко-економічні розрахунки пропонованого блоку корекції в порівнянні з закордонним аналогом і розглянуті питання забезпечення охорони праці.

ПРОСЛИЗАННЯ, СИГНАЛ, СИНХРОНІЗАЦІЯ, ЦИФРОВИЙ ПОТОК,
КОРРЕКЦІЯ, ПОМИЛКА, БЛОК, ПЕРЕДАЧА, ПРИЙМАННЯ, КІНЦЕВЕ
ОБЛАДНАННЯ

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	9
1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	11
2 ПРИЧИНИ ПРОСЛИЗАНЬ ІМПУЛЬСІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ.....	12
2.1 Обмін пристроїв типу DTE–DCE у синхронному режимі.....	12
2.1.1 Системи з внутрішньої синхронізацією.....	13
2.1.2 Системи з зовнішньої синхронізацією.....	15
2.2 Наслідки прослизань синхронізації.....	17
2.3 Виявлення прослизань в багатоканальній системі передачі даних.....	19
2.4 Виявлення прослизань за допомогою ПСП.....	25
3 МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ.....	29
3.1 Механізм бітових прослизань.....	29
3.2 Усунення прослизань синхронізації за допомогою ЦАП и АЦП.....	36
4 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ БЛОКА КОРЕКЦІЇ.....	39
4.1 Опис роботи обраного варіанта.....	39
4.2 Рекомендації по вибору елементної бази.....	42
4.3 Розрахунок формувача і кварцового генератора.....	44
5 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	55
5.1 Вибір об'єкта для порівняння і оцінка технічного рівня пристрою.....	56
5.2 Розрахунок витрат на дослідження, розробку і проектування.....	57
5.3 Розрахунок собівартості блока.....	59
5.3.1 Розрахунок матеріальних витрат на блок.....	59
5.3.2 Розрахунок опосередкованих статей витрат.....	61
5.4 Розрахунок капітальних вкладень.....	66

5.5 Розрахунок експлуатаційних витрат.....	67
5.6 Розрахунок річного економічного ефекту.....	68
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	73
6.1 Аналіз потенційних небезпек.....	73
6.2 Заходи щодо забезпечення електробезпеки.....	74
6.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці.....	76
6.4 Заходи з пожежної безпеки.....	81
6.5 Заходи щодо забезпеченню безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	84
6.6 Висновки.....	88
ВИСНОВКИ.....	90
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	91

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ADC (АЦП)	– аналого-цифровий перетворювач
B	– блоки буферної пам'яті
BPK	– тимчасове поділ каналів
CLK	– джерело синхросигналу
CT	– лічильник
D	– детектор
DAC (ЦАП)	– цифро-аналоговий перетворювач
DATA	– потік даних
DCE (АПД)	– апаратура передачі даних
DIN	– вхідний потік даних
DOUT	– вихідний потік даних
DTE (ООД)	– кінцеве обладнання даних
EQ	– компаратор
FIFO	– тип буферної пам'яті
G	– генератор імпульсів
L	– лінія передачі
LPF	– фільтр низьких частот
MC	– мікрокомп'ютер
MUX	– мультиплексор
RxC	– сигнал синхронізації при прийомі
RxD	– потік даних приймача
RD	– сигнал читання
RG	– регістр
SDH (СЦІ)	– система цифрової ієрархії
SL +	– позитивні прослизання
SL-	– негативні прослизання
SLIP +	– сигнал виявлення позитивних прослизань
SLIP -	– сигнал виявлення негативних прослизань

SW	– електронний ключ
SWITCH	– комутатор
TxC	– сигнал синхронізації при передачі
TxD	– потік даних передавача
WR	– сигнал запису
XOR	– виключне АБО
ЦСП	– цифрова система передачі

ВСТУП

В ЦСП з ВРК правильне відновлення вихідних сигналів на приймальному кінці можливо тільки при синхронної і синфазної роботи генераторного обладнання на передавальній і приймальній станціях. З огляду на принципи формування цифрового групового сигналу для нормальної роботи ЦСП повинні бути забезпечені наступні види синхронізації: тактова, циклова і сверхциклова.

Тактова синхронізація забезпечує рівність швидкостей обробки цифрових сигналів в лінійних і станційних регенераторах, кодерах і інших пристроях ЦСП, які здійснюють обробку сигналу з тактовою частотою FT.

Циклова синхронізація забезпечує правильне поділ і декодування кодових груп цифрового сигналу і розподіл декодованих відділків по відповідних каналах в приймальній частині апаратури.

Сверхциклова синхронізація забезпечує на приймальному кінці правильний розподіл сигналів управління і взаємодії по відповідних каналах.

Порушення хоча б одного з видів синхронізації призводить до втрати зв'язку по всіх каналах ЦСП.

Інтенсивний розвиток нових інформаційних технологій в останні роки призвело до бурхливого розвитку мікропроцесорної техніки, яка стимулювала розвиток цифрових методів передачі інформації. В остаточному підсумку, це призвело до створення нових високошвидкісних технологій глобальних мереж: PDH, SONET, SDH, ISDN, Frame Relay і ATM. Однією з найбільш сучасних технологією, використовуваних в даний час для побудови мереж зв'язку, є технологія синхронної цифрової ієрархії SDH.

Інтерес до SDH зумовлений тим, що ця технологія прийшла на зміну імпульсно-кодової модуляції PCM (IKM) і плезиохоронної цифрової ієрархії PDH (ПЦІ) і стала інтенсивно впроваджуватися в результаті масового встановлення сучасних зарубіжних цифрових АТС, що дозволяють оперувати потоками 2 Мбіт / с і більше, і створення в регіонах локальних кілець SDH.

Синхронна цифрова ієрархія (СЦІ) має істотні переваги в порівнянні з системами попередніх поколінь, дозволяє повністю реалізувати можливості волоконно-оптичних і радіорелейних ліній передачі (ВОЛП і РРЛП) і створювати гнучкі, зручні для експлуатації та управління мережі, гарантуючи високу якість зв'язку. Таким чином, концепція SDH дозволяє оптимально поєднувати процеси високоякісної передачі цифрової інформації з процесами автоматизованого управління, контролю і обслуговування мережі в рамках єдиної системи.

Системи СЦІ забезпечують швидкості передачі від 155 Мбіт / с і вище, і можуть транспортувати як сигнали існуючих цифрових систем (наприклад, поширених на міських мережах ІКМ-30), так і нових перспективних служб, в тому числі широкосмугових. Апаратура СЦІ є програмно керованою і інтегрує в собі засоби перетворення, передачі, оперативного перемикавання, контролю, управління.

Завдяки появі сучасних волоконно-оптичних кабелів (ВОК) виявилися можливими високі швидкості передачі в лінійних трактах (ЛТ) цифрових систем передачі з одночасним подовженням секцій регенерації до 100 км і більше. Продуктивність таких ЛТ перевищує продуктивність цифрових трактів на кабелях з металевими парами в 100 і більше разів, що радикально збільшує їх економічну ефективність. Більшість регенераторів виявляється можливим поєднати з кінцевими або транзитними станціями. З цього випливає, що СЦІ – це не просто нові системи передачі, це і принципові зміни в мережевій архітектурі, організації управління. Впровадження СЦІ є якісно новий етап розвитку цифрової мережі зв'язку.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Кінцевою метою даної роботи є розробка структури блоку корекції для поліпшення схем синхронізації під час передачі цифрових потоків.

В процесі роботи над дипломного проектування необхідно вирішити такі завдання:

- розглянути типові рішення обміну пристроїв типу DTE-DCE в синхронному режимі;
- встановити причини і наслідки прослизань сигналів синхронізації;
- розглянути методи відновлення інформації та усунення прослизань;
- розглянути механізм бітових прослизань;
- розглянути методи усунення прослизань синхронізації при передачі мовних сигналів;
- розробити структурну схему блоку корекції, що виключає прослизання сигналів синхронізації;
- розробити рекомендації щодо застосування елементної бази для блоку корекції;
- дати економічне обґрунтування доцільності проектованої схеми синхронізації;
- розробити заходи з охорони праці.

2 ПРИЧИНИ ПРОСЛИЗАНЬ ІМПУЛЬСІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ

2.1 Обмін пристроїв типу DTE-DCE у синхронному режимі

У синхронному режимі, так само як і в асинхронному, можлива взаємодія пристроїв типу DTE і DCE в будь-яких поєднаннях [1-4].

Пара пристроїв DTE - DCE зазвичай об'єднується прямими зв'язками між однойменними контактами з'єднувачів. Три сигнали синхронізуючої групи (CLK, TxС, RxС) не використовуються одночасно: можливі лише поєднання CLK-RxC або TxС-RxC. При об'єднанні однойменних пар пристроїв (DTE-DTE і DCE-DCE), крім використання ланцюгів, необхідно належним чином з'єднати контакти, які відповідають за синхронізацію сигналів.

Можна запропонувати десятки варіантів схем сполучення однойменних і різнойменних пристроїв (DTE і DCE). Ці схеми розрізняються числом і місцем розташування джерел синхросигналів, вибором поєднання ланцюгів CLK-RxC або TxС-RxC, структурними особливостями пристроїв, схемами кабелів і т. д.

Найбільш поширені приклади побудови синхронних каналів зв'язку між віддаленими пристроями показані на рис. 2.1-2.4.

У схемах, представлених на цих рисунках, дані передаються між кінцевими пристроями через пристрої типу DCE 1 і 2 (через модеми) по каналу зв'язку. Найпростіший канал зв'язку – це одна або дві кручені пари мідних проводів. У більш загальному випадку канал зв'язку може містити послідовно включені ретранслятори, мультиплексори і інші пристрої. Канал зв'язку є всього лише деяку середу передачі даних, змішаних з синхросигналами. При цьому передача ведеться одночасно в обох напрямках.

Канал зв'язку з підключеними до його початку і кінця пристроями типу DCE зручно розглядати як елементарну функціонально-закінчену транспортну систему передачі даних. Ця система може синхронізуватися від

власних або зовнішніх опорних генераторів; тоді її зазвичай називають відповідно системою з внутрішньої або зовнішньої синхронізацією.

2.1.1 Системи з внутрішньої синхронізацією

У схемі, наведеній на рисунку 2.1, кожен напрямок передачі даних обслуговується відповідним генератором G1 і G2 синхросигналів високої точності і стабільності. Номінальні частоти сигналів цих генераторів однакові, але фактично вони, звичайно, трохи різні (абсолютного збігу бути не може). Розглянемо процес передачі даних з пристрою DTE 1 в пристрій DTE 2.

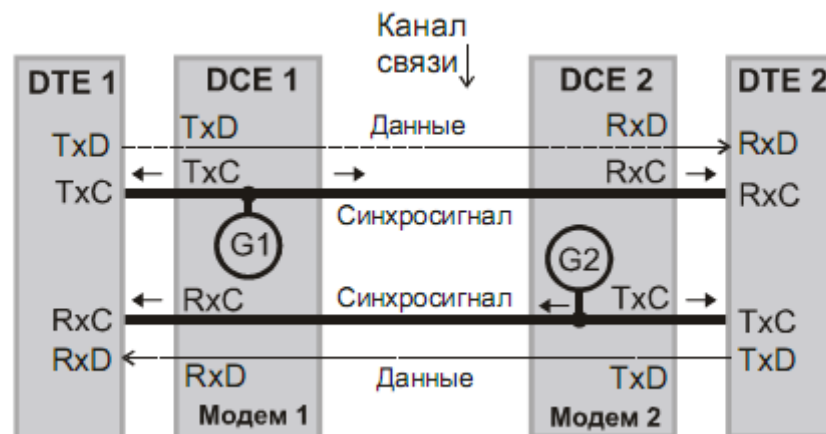


Рисунок 2.1 – Система з внутрішньої синхронізацією – перший варіант

Під дією сигналу ТХС від генератора G1 пристрій DTE 1 видає дані. Ці дані надходять в модем 1, тимчасово в ньому запам'ятовуються і потім під дією синхросигналу від того ж генератора G1 кодуються і передаються в канал зв'язку. Таким чином, в канал надходить суміш даних з синхросигналом.

Модем 2 виділяє з отриманої по каналу суміші синхросигнал і дані. Синхросигнал очищується від перешкод, дані тимчасово запам'ятовуються.

Далі під керуванням відновленого синхросигналу, іменованого тепер сигналом RxC, дані RxD передаються з модему 2 в пристрій DTE 2. Схема симетрична, тому процес передачі даних в зворотному напрямку аналогічний вищеописаному.

Схема, показана на рис. 2.2, відрізняється від попередньої схеми тим, що замість синхросигналу від генератора G2 використовується синхросигнал, виділений з каналу. В даному випадку всі процеси протікають під управлінням генератора G1 ведучого (Master) модему 1. підпорядкованому (Slave) модем 2, по суті, крім інших, виконує функцію ретранслятора синхросигналу від генератора G1.

Передача даних з пристрою DTE 1 в пристрій DTE 2 аналогічна описаній раніше. При передачі даних в зворотному напрямку вони тимчасово запам'ятовуються в модемі 2 і потім видаються в канал, але в цьому випадку процеси синхронізуються виділенням з каналу сигналом.

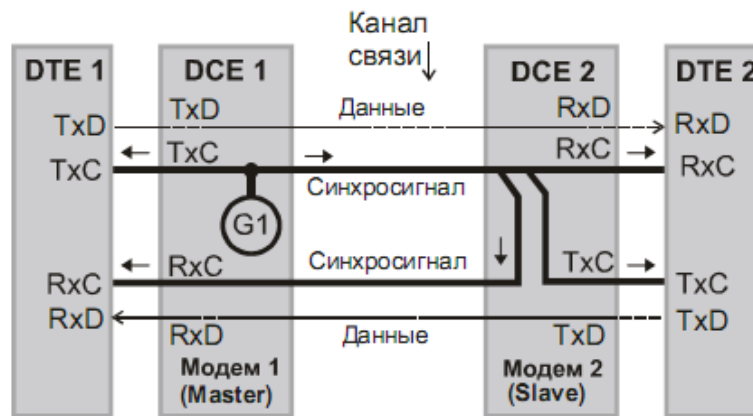


Рисунок 2.2 – Система з внутрішньої синхронізацією – другий варіант

Відзначимо, що сигнали TxC і RxC на входах пристрою DTE 1 мають однакову частоту, але взаємно зміщені по фазі на деякий заздалегідь невідомий кут (але це не порушує працездатності даної системи). Тому що передаються і приймаються дані належать взаємно зсунутим по фазі синхросіткам, за якими визначаються межі та центри бітових інтервалів.

Наприклад, позитивний фронт сигналу ТХС може бути близький негативному фронту сигналу RxC. Зрушення викликані істотним розходженням затримок поширення сигналу від одного і того ж генератора G1 до входів пристрою DTE 1 по короткому і довгому шляхах. Крім того, якість сигналу після його проходження по довгому шляху може в тій чи іншій мірі знизитися.

Слід зазначити, що для нормальної роботи деяких пристроїв (мультиплексорів і т. п.) Подібний фазовий зсув між синхросітками переданих та отриманих даних неприпустимий.

2.1.2 Системи з зовнішньою синхронізацією

У схемі на рисунку 2.3 опорний генератор розміщений в крайовому пристрої типу DCE [1]. Під дією синхросигналу з цього генератора дані передаються з пристрою DCE 1 в модем 1, тимчасово запам'ятовуються в ньому і потім в суміші з синхросигналом надходять в канал зв'язку. Модем 2 і термінал типу DTE працюють в тих же режимах, що і в схемі, наведеній на рисунку 2.2. Зворотній передача даних з модему 1 в пристрій DCE 1 супроводжується виділенням з каналу сигналом RxC, який під час вступу до цей пристрій трактується як сигнал CLK.



Рисунок 2.3 – Система з зовнішньою синхронізацією – перший варіант

Схема, наведена на рисунку 2.4 відрізняється від наведеної схеми на рисунку 2.3 двома істотними особливостями.

По-перше, генератор G1 формує синхронні і синфазних сигнали RxС і ТХС. Вони, як і належить, відповідно супроводжують "свої" вихідні дані і запитують "чужі", що надходять на вхід пристрою DCE 1. Таким чином, модем 1 при взаємодії з пристроєм DCE 1 повинен видавати і приймати дані, розміщені в одній і тій же синхросітці.

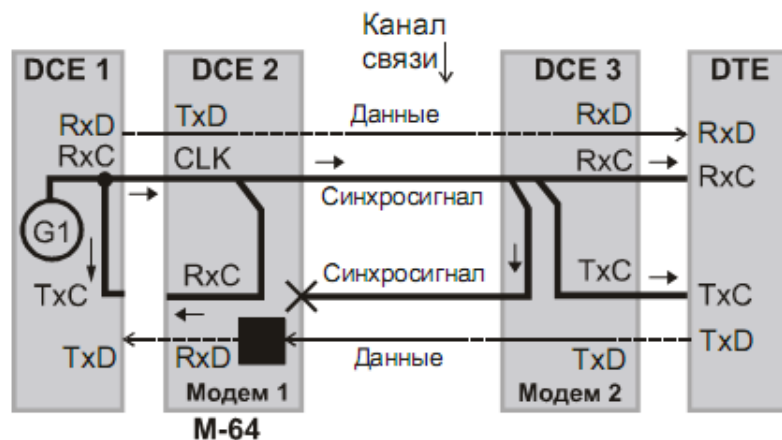


Рисунок 2.4 – Система з зовнішньою синхронізацією – другий варіант

По-друге, модем 1 (типу Зелакс М-64) додатково виконує функцію прив'язки прийнятих з каналу даних до вихідного синхросигналом від генератора G1. Це здійснюється наступним чином. Модем 1, як і в попередніх прикладах, виділяє з каналного сигналу синхроімпульсів і дані. Під дією цих синхроімпульсів прийняті з каналу дані тимчасово запам'ятовуються в буферній пам'яті (на малюнку показана у вигляді чорного квадрата). На відміну від описаного раніше наскрізного проходження синхросигналу через модем 1, подальше поширення виділених з каналу синхроімпульсів припиняється, що умовно показано на схемі "хрестиком".

Дані зчитують з буферної пам'яті під управлінням сигналів від генератора G1, що надходять по ланцюгу G1-RxC-CLK. Ці дані

супроводжуються "своїм" сигналом RxC, який, однак, не передається в пристрій DCE 1, так як в кабелі DCE 1-DCE 2 немає відповідного проводу.

У результаті маємо наступний сценарій обміну даними. Пристрій DCE 1 супроводжує свої вихідні дані сигналом RxC. Модем 1 приймає цей сигнал на вхід CLK і під його керуванням тимчасово запам'ятовує вхідні дані і пересилає їх в канал. У той же час пристрій DCE 1 запрошує дані від модему 1 сигналом TXC, що збігається з RxC. Воно впевнене в прив'язці надходять від модему 1 даних до сигналу TXC. І ця впевненість виправдовується завдяки правильному вибору режиму синхронізації буферної пам'яті.

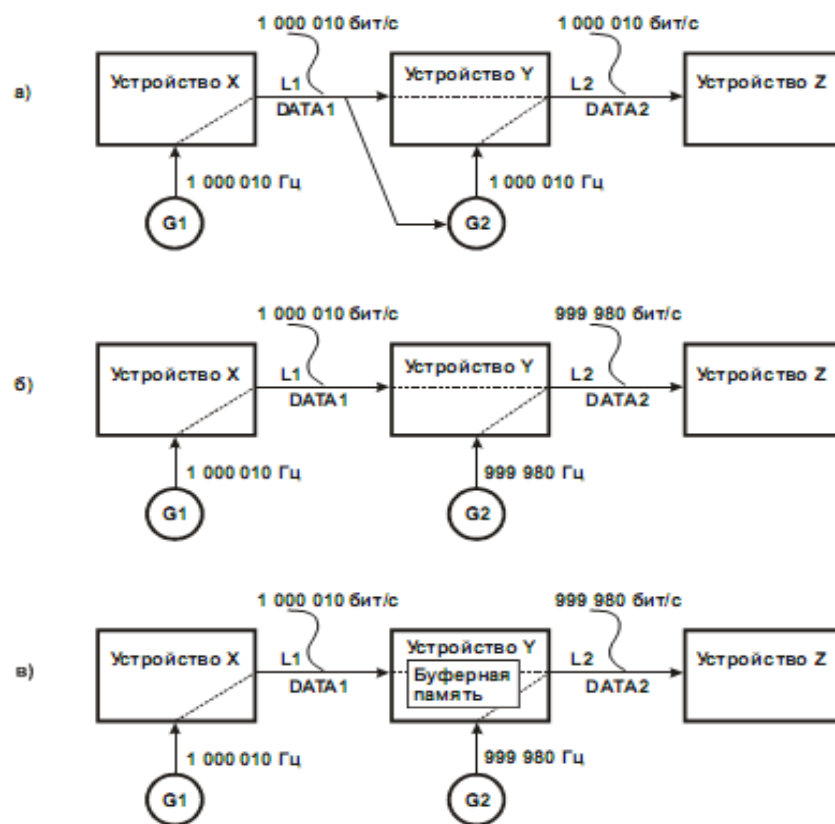
2.2 Причини прослизань сигналів синхронізації

Термін "прослизання" (slip) застосовують для позначення вельми характерної помилки при передачі даних по ланцюгу пристроїв за відсутності загального для цього ланцюга синхросигналу. Система передачі даних, показана на рисунку 2.5, а, не схильна до прослизання. Вона містить три телекомунікаційних пристрою X, Y і Z, з'єднаних лініями L1 і L2. Номінальна швидкість передачі даних по лініях дорівнює 1 Мбіт / с. Фактична швидкість передачі в даному випадку задається генератором G1 і трохи відрізняється від номінальної. Частота синхросигналу від цього генератора становить, наприклад, 1 000 010 Гц, т. Е. Перевищує номінальну частоту на 10 Гц.

Рухаючись по лінії L1 потік даних DATA1 в неявному вигляді містить синхросигнал від генератора G1. Цей синхросигнал відновлюється генератором G2, виконаним за схемою з фазовим автопідстроюванням частоти. Якщо ваш пристрій Y дані DATA1 транслюються в лінію L2 під керуванням синхросигналу від генератора G2. Істотно, що дані DATA1 і DATA2 передаються по лініях L1 і L2 з точно збігаються швидкостями.

Прослизання можуть спостерігатися в тому випадку, коли генератор G2 відсутня синхронізація генератором G1. У прикладі, наведеному на рисунку

2.5, б, частота синхросигналу від генератора G2 нижче номінальної на 10 Гц. Різниця частот синхросигналів від генераторів становить 30 Гц. Цей факт можна інтерпретувати в такий спосіб. У пристрій Y за одну секунду "втікають" 1 000 010 бітів. За цей же час з пристрою Y "випливають" 999 980 бітів. 30 бітів або просто втрачені (це і є прояв негативних бітових прослизань), якщо в пристрої Y немає буферної пам'яті, як на рисунку 2.5, б, або збережені в цій пам'яті, якщо вона є і ще не переповнена (рисунок 2.5, в).



- а) правильна (без прослизань);
 б) неправильна (з прослизанням, коли буферної пам'яті немає);
 в) допустимий варіант (за умови регулювання рівня заповнення буферної пам'яті)

Рисунок 2.5 – Системи синхронізації передачі даних

Позитивні бітові прослизання спостерігаються при зворотному співвідношенні частот синхросигналів, коли впливає потік даних DATA2 більш інтенсивний, ніж впадає. За відсутності буферної пам'яті в вихідний

потік даних протягом однієї секунди будуть впроваджені 30 зайвих бітів, відсутніх у вхідному потоці DATA1. При наявності буферної пам'яті, початково в тій чи іншій мірі заповненої даними, вихідний потік даних повністю відповідає вхідному потоку, до тих пір, поки рівень заповнення цієї пам'яті знижується, але залишається ненульовим.

Буферна пам'ять здатна тимчасово згладжувати різницю швидкостей впадає і впливає потоків даних. Чим більше її обсяг, тим довше період безпомилкової роботи. Однак збільшення обсягу пам'яті небажано, так як при цьому зростає затримка передачі даних через пристрій Y. При переповненні або спустошенні буферної пам'яті прослизання все ж виникає, причому з вихідного потоку видаляється (або в нього впроваджується) група бітів, відповідна повного об'єму пам'яті. Іншими словами, влаштуванню Y протягом деякого часу вдається згладжувати різницю швидкостей впадає і впливає потоків, але в якийсь момент подальша відстрочка "вирішення накопичених проблем" стає неможливою, в результаті відбувається втрата або повтор передачі деякого масиву бітів. Однак прослизання можна запобігти.

Вплив прослизань на якість передачі різного роду даних наведено в таблиці 2.1 з [1, 2].

Далі розглянуті методи і схеми запобігання прослизань і усунення їх наслідків.

2.3 Виявлення прослизань в багатоканальній системі передачі даних

У багатоканальних системах передачі даних низькошвидкісні інформаційні потоки об'єднуються в більш високошвидкісні, які, в свою чергу, також можуть об'єднуватися, і т. д. Отримані в результаті такого об'єднання високошвидкісні потоки даних передаються по каналах зв'язку і потім розділяються на відповідні низькошвидкісні потоки. При передачі високошвидкісних потоків даних по каналах зв'язку можливі прослизання,

наприклад через порушення синхронізації між сусідніми вузлами транспортної мережі. Завдання виявлення прослизань може вирішуватися на рівні аналізу об'єднаних (високошвидкісних) потоків даних; однак це пов'язано з деякими труднощами, оскільки необхідний доступ до цих потоків, тестуються апаратура повинна бути високочастотної і досить "інтелектуальної" для аналізу переданих кадрів і т. п.

Таблиця 2.1 – Прояви прослизань синхронізації для різних типів даних або технологій їх передачі

Тип даних або технологія їх передачі	Прояви прослизань синхронізації
Звукові дані (музика, мова)	Клацання при прослуховуванні музики, мови
Передача факс-повідомлень	Неправильний текст
Передача повідомлень по електронній пошті	Неправильний текст або необхідність повторної передачі
Відеоінформація	Спотворення зображення (наприклад, «заморожування» або втрата картинки)
Технологія SONET/SDH	Втрата даних
Технологія ATM	Неправильні дані
Технологія DSL	Втрата пакетів

Розглянуті далі три варіанти побудови тестової апаратури дозволяють виявляти прослизання в високошвидкісних потоках при наявності доступу тільки до одного низькоскоростного потоку, по якому передаються тестові дані. Це дозволяє спростити апаратуру тестування і виконувати перевірку багатоканальної системи передачі даних при роботі тільки з одним каналом, не порушуючи роботу інших.

У першому варіанті багатоканальна система передачі даних (рисунок 2.6) містить мультиплексори MUX1, MUX2 і комутатор SWITCH. Дані передаються по 24 дуплексним каналах, швидкість передачі даних в кожному

каналі по кожному напрямку дорівнює 64 кбіт / с. Мультиплексори MUX1 і MUX2 містять по 24 порту RS-232. Кожна пара однойменних портів мультиплексорів обслуговує один канал. Швидкість передачі даних по лініях MUX1-SWITCH і SWITCH-MUX2 дорівнює 1,544 Мбіт / с.

Мультиплексори і комутатор містять блоки B1-B4 буферної пам'яті типу FIFO. Ці блоки призначені для тимчасового зберігання поточного фрагмента послідовності бітів, що надходять з лінії. Обсяг блоку буферної пам'яті дорівнює числу бітів в переданому кадрі.

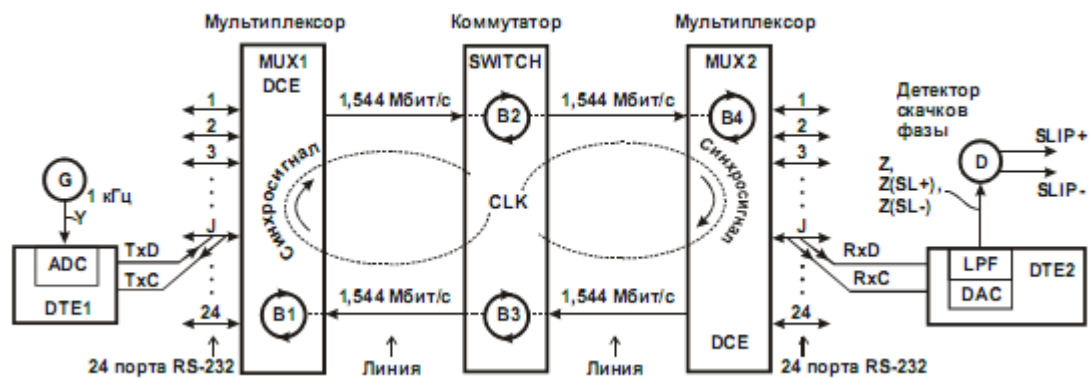


Рисунок 2.6 – Схема виявлення прослизань в багатоканальній системі передачі даних – перший варіант

Передача даних, наприклад, зліва направо, відбувається так. Мультиплексор MUX1 циклічно опитує канали 1-24. До моменту опитування деякого каналу мультиплексор виявляє у відповідному вхідному восьмирозрядному буфері чергову групу з восьми бітів, призначених для видачі в лінію. У буфері можуть зберігатися, наприклад, два біта одного і шість бітів сусіднього байтів з даного каналу. Проте, можна умовно вважати, що мультиплексор MUX1 послідовно зчитує байти даних з вхідних буферів каналів.

У кожному циклі опитування мультиплексор MUX1 компонує кадр, що містить 24 байта або $24 \times 8 = 192$ біта даних і один службовий біт, всього 193

біта. Цей кадр передається в лінію. Кадри сліднують один за одним без пауз – слідом за останнім бітом попереднього кадру відразу ж передається перший біт наступного. Частота проходження кадрів дорівнює 8 кГц, час передачі кадру одно $1/8\ 000\text{ с} = 125\text{ мкс}$. Швидкість потоку даних в лінії становить $193 \times 8000 = 1\ 544\ 000\text{ біт / с}$. Потік проходить через комутатор в мультиплексор MUX2, який здійснює зворотне перетворення. Дані з розформованого кадру у вигляді безперервних рівномірних потоків зі швидкостями 64 кбіт / с розподіляються по відповідних каналах 1-24. Одночасно з розглянутими схемами, аналогічні процеси протікають при передачі даних в зворотному напрямку.

Для виключення прослизань мультиплексори і комутатор повинні синхронізуватися від одного і того ж джерела синхросигналу. В даному прикладі джерело синхросигналу CLK розміщений в комутаторі. Мультиплексори виділяють цей синхросигнал з вхідних потоків даних, що надходять по лінії, і використовують його для формування всіх інших потоків. Таким чином, швидкості всіх потоків даних строго узгоджені.

Однак з різних причин, наприклад, в результаті несправності або неправильних дій людини – оператора, одна або обидві петлі поширення загального сигналу CLK можуть розімкнутися, т. е. Цілісність системи синхронізації може тимчасово порушитися. Тоді один або обидва мультиплексора переходять до синхронізації від внутрішніх генераторів. При цьому неминуче виникають прослизання, оскільки частоти не синхронізованих між собою генераторів не можуть ідеально збігатися. Якщо система використовується для передачі мови, то прослизання проявляються у вигляді клацань або інших короточасних перешкод, що знижує якість зв'язку. Однак при передачі цифрових даних прослизання призводять до необхідності повторних пересилань перекручених кадрів під управлінням протоколів високого рівня. Якщо прослизання відбуваються досить часто, то передача даних виявляється неможливою.

Щоб зареєструвати можливі прослизання, пропонується застосувати апаратуру тестування, що складається з двох частин – передавальної і приймальної. Передає апаратура підключається до деякого каналу J мультиплексора MUX1. До цього ж каналу мультиплексора MUX2 підключається приймальна апаратура.

Передавальна апаратура [2] містить генератор тестового синусоїдального сигналу Y частотою 1 кГц і пристрій DTE1, до складу якого, зокрема, входить шестирозрядний аналого-цифровий перетворювач ADC. Перетворювач опитує сигнал Y з частотою 8 кГц, отриманої в результаті ділення частоти синхросигналу TXC (64 кГц) на вісім. Кожен шестирозрядний цифровий відлік аналогового сигналу Y доповнюється стартовим і стоповим бітами для подальшого розпізнавання меж відліку приймальною апаратурою тестера. Отримані байти послідовним кодом передаються в мультиплексор MUX1 у вигляді безперервного послідовного потоку даних TxD зі швидкістю 64 кбіт / с.

Під управлінням синхросигналу RxC безперервний потік даних RxD з каналу J мультиплексора MUX2 приймається пристроєм DTE2. З безперервного потоку даних виділяються байти, сформовані на передавальній стороні. Стартові і стопові біти відкидаються, шестирозрядний відлік сигналу Y подаються на вхід цифро-аналогового перетворювача з частотою 8 кГц, отриманої в результаті ділення частоти сигналу RxC (64 кГц) на вісім. Ступінчастий аналоговий сигнал згладжується фільтром LPF низьких частот, в результаті на виході пристрою DTE формується сигнал Z , за формою близький сигналу Y .

За відсутності прослизань сигнал Z повторює сигнал Y з деяким постійним фазовим зрушенням щодо останнього. При позитивних $SL +$ і негативних $SL -$ Прослизання сигнали $Z (SL +)$ і $Z (SL -)$ на виході пристрою DTE стрибкоподібно розтягуються і стискаються на 45 кутових градусів (рисунок 2.7). У цих випадках детектор D формує відповідні сигнали $SLIP +$ і $SLIP -$.

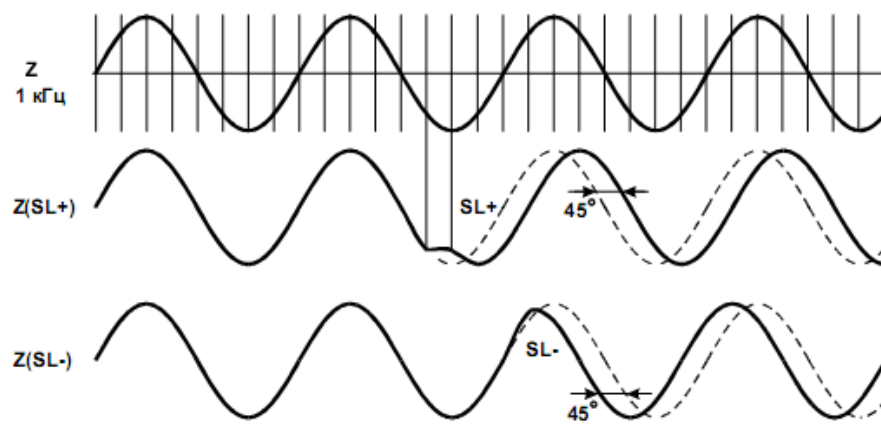


Рисунок 2.7 – Часові діаграми тестового сигналу при відсутності прослизань (верхня діаграма) і при їх виявленні (нижні діаграми)

Щоб переконатися в тому, що прослизання проявляються саме так, необхідно розглянути динаміку роботи блоків В2 і В4 буферної пам'яті. Ці блоки розташовані на трасі поширення тестових даних і в рівній мірі беруть участь в їх передачі. Для визначеності розглянемо роботу блоку В4.

Обсяг блоку буферної пам'яті дорівнює числу бітів в переданому кадрі. Буферну пам'ять зручно представити у вигляді кільцевої структури з 193 однорозрядних осередків (тригерів), як показано на рисунку 2.8, а. Осередкам присвоєні постійні адреси в діапазоні 1-193. Уздовж кільця з осередків дискретно переміщуються покажчики адрес запису і читання. За адресою записи в осередок пам'яті заноситься черговий біт даних, прийнятий з лінії. За адресою читання з комірки витягується біт, який використовується для подальшої обробки.

При правильній роботі системи передачі даних середні швидкості переміщення покажчиків записи і читання однакові. Відстань між цими покажчиками (різниця адрес відповідних осередків) має бути ненульовим і переважно рівним половині діапазону адрес. Прослизання виникає в тому випадку, коли відстань між покажчиками скорочується до нуля при обгоні одного покажчика іншим.

В якості детектора стрибків фази в найпростішому випадку може використовуватися запам'ятовує осцилограф. У наведеному раніше прикладі прослизання виникають кожні 6,4 с. Тому оператор може зняти осцилограму сигналу за період, що дорівнює, наприклад, 10 з, візуально знайти в ній неоднорідності і зіставити їх характер з тимчасовими діаграмами.

2.4 Виявлення прослизань за допомогою аналізатора ПСП

Аналізатор (рисунок 2.8) містить генератор псевдовипадкової послідовності бітів на основі зсувного регістру RG1 з елементом виключає Або (XOR1) в колі зворотного зв'язку. Структура генератора подібна розглянутої раніше з урахуванням двох особливостей. По-перше, ланцюг зворотного зв'язку генератора може розмикатися, коли електронний ключ SW перекладається з положення 2 в положення 1. При цьому регістр RG1 не бере участі в формуванні псевдовипадкової послідовності бітів, а лише приймає її у вигляді потоку вхідних даних RxD. Стан ключа визначається сигналом W від мікрокомп'ютера МС. По-друге, регістр RG1 містить два додаткових розряду: 10 і 11. Ці розряди не беруть участь у формуванні сигналу зворотного зв'язку і, отже, не впливають на роботу генератора псевдовипадкової послідовності бітів. Введення додаткових розрядів дозволяє відстежувати передісторію заповнення розрядів 1-9 регістра RG1 в двох найближчих попередніх тактах.

Потік даних RxD проходить також через зсувний регістр RG2. Компаратори EQ1-EQ3 порівнюють групи бітів з регістрів RG1 і RG2, елемент XOR2 порівнює передбачений псевдовипадковий біт G з фактично прийнятою бітом RxD. Результати порівняння фіксуються в чотирьохрозрядному паралельному регістрі RG3. Мікрокомп'ютер стежить за динамікою і аналізує сигнали F1-F4 з виходів цього регістра. В необхідних випадках мікрокомп'ютер змінює стан сигналу W управління ключем SW, а

також формує сигнали SLIP + або SLIP– виявлення позитивного або негативного прослизань.

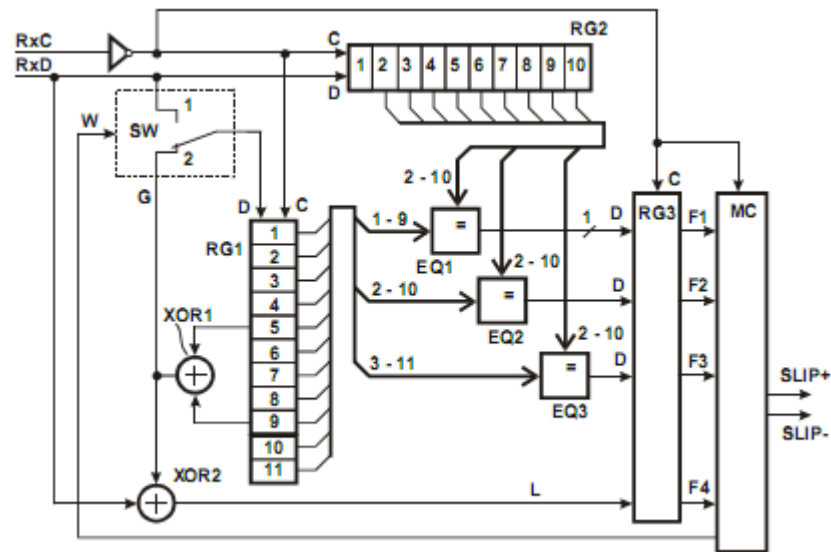


Рисунок 2.8 – Схема аналізатора псевдовипадкової послідовності бітів

У початковому стані ключ SW знаходиться в положенні 1. Під управлінням інвертованого сигналу RxC вхідний потік псевдовипадкових бітів даних RxD одночасно проходить через регістри RG1 і RG2. Тому значення бітів в однойменних розрядах цих регістрів збігаються. Так як структура зворотних зв'язків регістра RG1 така ж, як і в генераторі на передавальній стороні системи передачі даних, сигнали G і RxD збігаються, з урахуванням того, що сигнал G випереджає сигнал RxD на половину такту. Така поведінка сигналу G можна розглядати як прогноз чергового очікуваного псевдовипадкового біта RxD. За позитивного фронту сигналу RxC результат L порівняння передбаченого і фактично надійшов бітів запам'ятовується в регістрі RG3. Якщо ці біти збігаються, то сигнал F4 дорівнює 0.

Впевнене виявлення серії збігів (коли F = 0, наприклад, в 20 суміжних тактах) означає, що код в розрядах 1-9 регістра RG1 з деякою затримкою повторює код у відповідному регістрі генератора, розміщеного на

передавальній стороні системи передачі даних, т. е. досягнута синхронна робота цих регістрів. В цьому випадку мікрокомп'ютер переводить ключ SW в положення 2. Тепер ланцюг зворотного зв'язку замкнута, на вхід регістра RG1 надходять передбачені біти G. Таким чином, в аналізаторі почав функціонувати автономний еталонний генератор псевдовипадкової послідовності бітів. Точніше, в дію вступили три генератора на основі регістра RG1. Перший генератор формує номінальний еталонний дев'ятирозрядний код на виходах 2-10, другий – затриманий код на виходах 3-11, третій – випереджаюче код на виходах 1-9. Ці коди використовуються для виявлення і визначення напрямку проковзування.

При правильній роботі системи передачі даних коди в розрядах 2–10 регістрів RG1 і RG2 постійно (в будь-якому такті) збігаються, що реєструється компаратором EQ2, сигнал F2 завжди дорівнює одиниці. Мікрокомп'ютер стежить за цим сигналом і підтримує вихідні сигнали SLIP+ і SLIP– в нульовому стані.

Позитивне прослизання супроводжується впровадженням у вхідні послідовність одного зайвого біта. Зайвий біт проходить через регістр RG2, слідом за ним в цей регістр надходить правильна псевдовипадкова послідовність бітів. Зайвий біт втрачається після виходу з розряду 10. Через впровадження зайвого біта правильна послідовність затримана щодо номінальної еталонної на один такт. Тепер розряди 2-10 регістра RG2 постійно (в кожному такті) збігаються з розрядами 3-11 регістра RG1, т. е. Створюються умови для спрацьовування компаратора EQ3. Мікрокомп'ютер виявляє стійке одиничне стан сигналу F3 і приймає до відома поява позитивного прослизання. Він формує сигнал $SLIP+ = 1$ і переводить ключ SW в положення 1, починаючи входження в синхронізацію з новою (затриманою на один такт) псевдовипадкової послідовністю бітів. Далі описані процеси повторюються.

Негативне прослизання видаляє один біт з вхідної послідовності. Після виходу кордону між старою і новою послідовностями бітів за межі регістра RG2, через цей регістр проходить правильна послідовність, яка випереджає номінальну еталонну на один такт. Це призводить до стійкого спрацьовування компаратора EQ1 і формування сигналу $F1 = 1$, який розцінюється мікрокомп'ютером як негативне прослизання. Мікрокомп'ютер формує сигнал $SLIP- = 1$, підлаштовується до нової послідовності і т. д.

Помилки, які не пов'язані з Прослизання, викликають спотворення сигналів F1-F4. Однак їх легко відрізнити від прослизань, так як вони не можуть привести до стійкого переходу від номінальної до затриманої або випереджаючої послідовностей бітів.

Розглянуті варіанти побудови апаратури виявлення прослизань мають багато спільного і розрізняються способами генерації та аналізу послідовностей тестових сигналів. Перший варіант оперує як цифровими, так і аналоговими сигналами, що дозволяє використовувати прості засоби реєстрації помилок, наприклад, запам'ятовує осцилограф. Другий і третій варіанти приблизно рівноцінні і орієнтовані на використання в автоматизованих системах контролю, так як результати тестування можна отримати обробкою цифрових сигналів з виходів приймальної апаратури.

3 МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ

3.1 Механізм бітових прослизань

Щоб більш наочно продемонструвати характер спотворень, пов'язаних з бітовими прослизаннями, розглянемо модель передачі даних між пристроями 1 і 2 за відсутності буфера (рисунок 3.1, б) [3].

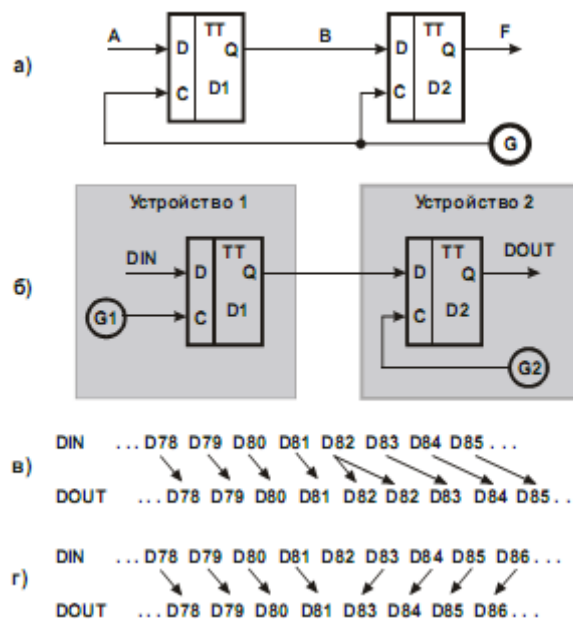


Рисунок 3.1 – Двохрозрядний зсувний регістр (а) і невдалі спроби його використання для передачі даних між пристроями 1 і 2 (рис. 3.1,б-г)

Модель побудована на основі зсувного регістру. Класичний зсувний регістр (рисунок 3.1, а) містить ряд послідовно включених D – тригерів (два тригера) із загальною ланцюгом синхронізації від генератора імпульсів G. За позитивному фронту синхроімпульса сигнал з виходу Q тригера D1 переписується на вихід F тригера D2. Одночасно в тригер D1 приймається біт даних з входу A. Негативний фронт синхроімпульса не змінює стану сигналів в точках В і F. При надходженні наступного позитивного фронту імпульсу процес повторюється і т. д.

Зовсім інша картина спостерігається в тому випадку, коли тригери D1 і D2 синхронізуються від незалежних генераторів G1 і G2 з однаковими номінальними частотами (рисунок 3.1, б). Наскільки б близькими не були ці частоти, завжди існує дрейф взаємного фазового зсуву між синхросигналами. В деякі моменти, що повторюються, наприклад, з періодом 10 с, фазовий зсув дорівнює нулю; в проміжках між ними він збільшується в ту чи іншу сторону в залежності від співвідношення частот генераторів. У критичні моменти, які повторюються з тим же періодом, відбувається дублювання або втрата біта, переданого по ланцюжку тригерів.

Припустимо, що частота генератора G2 трохи перевищує частоту генератора G1. Тоді вихідний потік даних DOUT буде трохи більш інтенсивним, ніж вхідний потік DIN. У нашому прикладі через кожні 10 з до вихідного потоку буде додаватися один зайвий біт, так як за цей час генератор G2 встиг випередити генератор G1 на один синхроімпульс. Додатковий біт виникає на виході тригера D1 і повторює вже переданий раніше біт.

Дана ситуація пояснюється рисунком 3.1, в. Спочатку вхідна послідовність даних відповідає вихідній (нумерація бітів умовна). Але в певний проміжок часу, як показано на рисунку двома розбіжними стрілками, біт D82 встигає двічі поспіль записатися в вихідний тригер, а далі відповідність тимчасово зберігається.

При зворотному співвідношенні частот генераторів "пропозиція перевищує попит", і тому в кожному циклі фазових гонок неминуче втрачається один біт з вхідного потоку (рисунок 3.1, г, біт D82).

Розглянутий механізм бітових прослизань призводить до характерних спотворень кадрів, причому в ряді випадків кадри можна частково відновити.

Для опису ідеї часткового відновлення кадру після виявлення бітового прослизання приймемо за основу кадр, який застосовується в системі мобільного зв'язку GSM. Спочатку розглянемо структуру цього кадру під час відсутності помилок.

Кадри послідовно передаються в канал зв'язку. При цьому швидкість передачі даних в каналі повинна бути досить високою, так як до потоку корисних даних D додається потік службових.

Одержувач кадру розпізнає прапор початку і приступає до прийому даних. Якщо помилок немає, то корисні дані витягуються з кадру, перетворюються в рівномірний потік відліків, що співпадає з вихідним кадром, і надходять на вхід цифро-аналогового перетворювача. І, нарешті, аналоговий сигнал посилюється і передається на динамік.

Як було показано, в результаті прослизання може з'явитися зайвий біт або зникнути один з тих, що були бітів, що спотворює кадр не тільки за змістом, але і за формою. Більшість подібних помилок проявляється в тому, що, по крайній мірі, один з бітів синхронізації набуває неправильне значення. Зазвичай кадри з перекрученими бітами синхронізації відкидаються. При цьому втрачається ціла група відліків аналогового сигналу, по крайній мірі, та, яка йде після виявлення неправильного біта синхронізації.

Правомірне питання: чи не можна відновити спотворені дані, хоча б не у всіх випадках і в повному обсязі? Адже чим менше втрачених відліків аналогового сигналу, тим вище якість одержуваного абонентом мовного сигналу.

Пропонована ідея корекції кадру [3] заснована на тому, що при впровадженні в кадр зайвого біта всі наступні зміщуються по ланцюжку вправо і вниз. Але це не призводить до хаосу в пошкодженій частині кадру; в ньому виникає новий порядок. Як впливає з рисунка 3.2, що залишилася неушкодженою частина бітів синхронізації просто перемістилася з першого стовпчика матриці в другій. Тому, знаючи нове положення групи бітів синхронізації, можна відновити справжній стан залишилася неушкодженою групи бітів даних.

Аналогічна ситуація складається і при втраті біта (рисунок 3.3); відмінність у тому, що біти синхронізації переміщаються з першого стовпчика матриці в шістнадцятий.

чергуються з нулями скрізь, крім шуканої пари позицій ($dd = 00$). Знаючи, що цей рядок містить помилку і що помилка проявляється у вигляді повторення біта, можемо впевнено визначити її положення.

Помилковий рядок позначається в пам'яті процесора, і в подальшому при формуванні звукового сигналу відповідні відліки, що потрапили в цей рядок, підміняються розрахованими звітами на підставі найбільш вірогідного прогнозу зміни аналогового сигналу.

Знаючи нове положення залишку стовпчика бітів синхронізації, можна реконструювати кадр. Для цього з помилкового рядка викреслюється будь-який біт даних, а що утворилася вакансія заповнюється зрушенням бітів вліво і вгору. При реконструкції враховується додатковий біт, який прийнятий в якості можливого розширення кадру. В даному випадку він відповідає четвертому біту Т. За відсутності помилок, додатковий біт може належати флаговій області наступного кадру.

Аналіз кадру, наведеного на рисунку 3.4, проводиться аналогічно. При цьому позицію пропущеного біта D82 можна визначити тільки з точністю до рядка. В даному прикладі ця позиція позначена знаком оклику і зайнята сусіднім бітом, який за відсутності помилок мав би номер 83 (нумерація масиву даних D: зліва-направо, зверху-вниз, вважаючи від одиниці).



Рисунок 3.4 – Ще один приклад кадру з помилкою, викликаною прослизанням

Біт D82 зник, "ряди зімкнулися", в кадрі з'явилася вакансія (позначена зірочкою). При аналізі кадру також враховується, що вакантний біт, позначений на малюнку зірочкою, може являти собою перший біт (лог. 0) прапора початку наступного кадру.

Для реконструкції кадру в помилкову рядок додатково поміщається довільний біт (лог. 0 або лог. 1), що супроводжується витісненням наявних бітів по ланцюгу вправо і вниз.

Перш ніж перейти до описаної раніше процедури виправлення кадру, процесор оцінює шанси на успіх і, можливо, взагалі відмовляється виконувати процедуру. Дійсно, спроба корекції може тільки погіршити помилкову ситуацію.

Наприклад, може бути виявлена не пов'язана з прослизанням проста одиночна помилка в початковому (першому) стовпці бітів синхронізації, і в той же час в шістнадцятому стовпці може бути присутнім "нормальна" група лог. 1. Якщо в даній ситуації застосувати розглянуту раніше процедуру, то одиночна помилка перетвориться в групову, що неприпустимо.

Імовірність правильного застосування процедури корекції зростає зі збільшенням числа виявлених помилок в стовпці бітів синхронізації. Тому для оцінки застосовності процедури вибирається деяке порогове значення числа таких помилок. Наприклад, поріг може бути обраний рівним трьом, і тоді процедура не застосовується, якщо виявлені тільки одна або дві помилки в стовпці бітів синхронізації.

Імовірність правильного застосування процедури корекції зростає також зі зменшенням номера рядка, в якій виявлений перший помилковий біт синхронізації. Це пов'язано з більш впевненим розпізнаванням переміщення групи бітів синхронізації в другій або шістнадцятий стовпець матриці. Тому процедура не застосовується в разі, коли перший помилковий біт синхронізації виявлений в одній з декількох нижніх рядків матриці.

Прослизання синхронізації при передачі музики, мови чи іншої аудіоінформації призводять до прослуховування клацань. Щоб виключити

проковзування, можна скористатися, наприклад, введенням надлишкових бітів в потік даних, переданих по каналу зв'язку, але таке рішення може виявитися занадто громіздким. Простіші способи виключення прослизань засновані на тому, що при передачі аудіоінформації допустимі спотворення, які навмисно вносяться в інформаційні потоки. Ці спотворення настільки невеликі, що не сприймаються слухачем. Але для передачі цифрових даних такий підхід непридатний-дані "загального призначення" не можуть містити "незначні" спотворення, так як всі біти однаково важливі [10].

3.2. Усунення прослизань за допомогою ЦАП і АЦП

Принцип дії раніше розглянутих пристроїв для усунення прослизань заснований на стабілізації рівня заповнення буферної пам'яті. Однак можна працювати і без використання пам'яті типу FIFO, [8].

В системі передачі даних, показаної на рисунку 3.5, "відцифрований" аналоговий сигнал передається від джерела по лінії 1, проходить через проміжний пристрій (наприклад, комутатор) і по лінії 2 надходить споживачеві. Складові частини цієї системи синхронізуються від двох кварцових генераторів однакової номінальної частоти. Перший формує синхросигнал CLK1, другий – CLK2. Ці частоти розрізняються, наприклад, на частки герца.



Рисунок 3.5 – Система передачі даних

Щоб запобігти спотворення звукової інформації в результаті прослизань синхронізації, можна застосувати схему проміжного пристрою. Кодований цифровий сигнал з лінії 1 декодується приймачем і перетворюється в рівномірний потік байтів D1. Істинність байта підтверджується фронтом синхросигналу $CLK1 / 8$. Далі сигнал перетвориться в аналогову форму і фільтрується для усунення слідів дискретизації. Після цього під управлінням другого генератора сигнал знову перетвориться в цифровий потік байтів D2 і після кодування надходить в лінію 2. Прослизання не спостерігається. Щоб усунути перекручення аудіоданих у результаті прослизань синхронізації, можна застосовувати схему проміжного пристрою, як показано на рисунку 3.6.

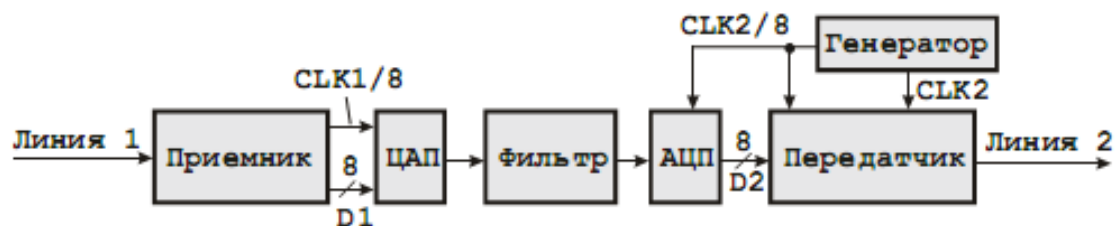


Рисунок 3.6 – Схема проміжного пристрою

Кодований цифровий сигнал з лінії 1 декодується приймачем і перетворюється в рівномірний потік байтів D1. Істинність байта підтверджується фронтом синхросигналу $CLK1 / 8$. Далі сигнал перетвориться в аналогову форму і фільтрується для усунення слідів дискретизації. Після цього під управлінням другого генератора сигнал знову перетвориться в цифровий потік байтів D2 і після кодування надходить в лінію 2. Прослизання не спостерігається.

Розглянутий спосіб усунення прослизань застосуємо тільки до передачі "відцифрованої" аналогової інформації. Цифрові сигнали на вході і виході ланцюга "ЦАП-фільтр-АЦП" збігаються лише з точністю до помилки, властивою цьому ланцюзі, тому не спостерігається точний збіг цих сигналів.

Попереднє рішення підтверджує можливість запобігання прослизань без використання буфера типу FIFO. При проходженні сигналу по ланцюгу проміжних пристроїв спотворення накопичуються і можуть перевищити допустимий рівень.

4 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ БЛОКА КОРЕКЦІЇ

4.1 Опис роботи обраного варіанту

Будь-які цифрові телекомунікаційні мережі, локальні комп'ютерні мережі і інтерфейси не можуть функціонувати і забезпечувати якісну передачу інформації без систем і пристроїв тактової синхронізації і відповідної мережі тактової системної синхронізації. Співвідношення циклової системної синхронізації має наступний вид:

$$f_R = f_W, \quad (4.1)$$

де f_R – частота прийнятого цифрового сигналу;

f_W – частота переданого цифрового сигналу,

Порушення співвідношення призводить до викривлення прийнятої інформації і називається прослизанням або вандером. Збереження синхронізації засноване на застосуванні опорних генераторів. Але в багатьох випадках це не завжди піддається реалізації, наприклад, при використанні рішень без передачі опорних частот або якщо значення опорних частот мають непереборну різницю [11]. Тоді пристрій повинен виконувати відновлення синхронізації без інформації про величину неузгодженості. Синхронне детектування можливо виконувати коли фаза частоти несучої сигналу за допомогою блоку відновлення фази когерентної несучої частоти «підлаштовується» під фазу опорного генератора, що задає, що дозволяє використовувати частоту генератора, що задає приймача для отримання сигналів синхронізації [3]. Аналогічно можливо виконувати синхронізацію за рахунок заміни тривалості періоду повторення бітового (символьного) потоку даних на тривалість періоду вторинного еталонного генератора. Функціональна схема запропонованого автоматичного цифрового блоку корекції приведена на рисунку 4.1.

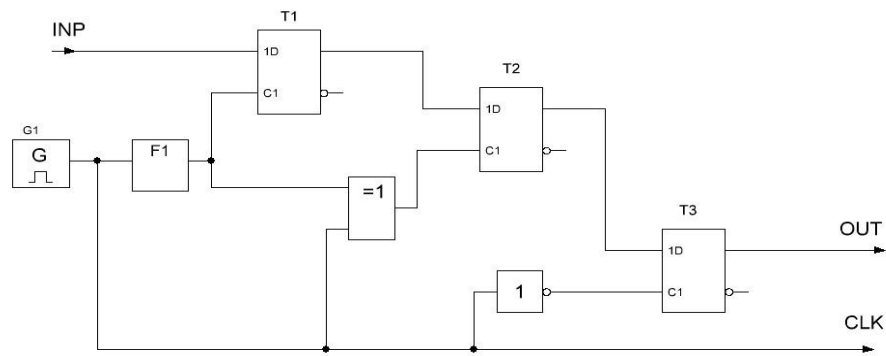


Рисунок 4.1– Функціональна схема автоматичного цифрового блоку корекції

На інформаційний вхід D – тригера T1 надходить вхідний бітовий (кодовий) потік In, час приходу бітового потоку може бути як в першій половині періоду, так і в другій половині періоду генератора G. Генератор G виробляє імпульси CLK (зі шпаруватістю імпульсів, близькою до двох). Імпульси CLK вторинного еталонного генератора G не мають фазового тремтіння (джітер). А сигнал, що надходить з входу приймача з лінії, може мати джітер, що призведе до зміщення бітового інтервалу за часом вліво (в попередній період). Тільки в цьому випадку інформація запам'ятується на 0,5 періоду раніше CLK. Однак, через особливості спотворень першого і другого роду в каналах зв'язку [4], поява джітера у інформаційному сигналі In на виході приймача з лінії є малоймовірним. Джітер же переднього фронту і вандер вхідного цифрового сигналу In приведуть до запам'ятовування інформації тригером T1 або в першій половині, або в другій половині періоду. За позитивного і негативного фронтах імпульсів CLK формувач стробів F1 виробляє сигнал перших стробів Str1 тривалістю 0,5 періоду генератора G. За позитивному фронту стробів Str1 вхідний сигнал запам'ятовується першим D – тригером T1. На виході першого D – тригера

T1 сигнал з'явиться або без зсуву в часі, або із зсувом в часі на $0,5$ періоду частоти генератора тактових імпульсів синхронізації – G .

Таким чином, для другого випадку появи вхідного сигналу випадковий зсув сигналу In щодо CLK замінений на фіксований часовий зсув, рівний $0,5$ періоду генератора G . Функціональна схема автоматичного цифрового синхронізатора Джітер імпульсів синхронізації є причина порушення синхронізації, але так як імпульси CLK виробляються безпосередньо первинним еталонним генератором, Джітер в сигналі синхронізації CLK відсутня. Вандер ж інформаційного сигналу In компенсується повністю, так як впливає тільки на положення сигналу In в межах інтервалу періоду генератора G . Бітовий потік був синхронізований з імпульсами тактової частоти CLK і їх періоди повторення рівні, а зрушення фази відсутні. Запропонований автоматичний цифровий синхронізатор цифрового потоку даних дозволяє, по-перше, вирівняти при необхідності все бітові (кодові) потоки щодо циклового синхросигналу, так як всі вхідні потоки можуть бути синхронізовані по фазі від одного задає генератора G , по-друге, проводити синфазно синхронне мультиплексування (немає стаффінг). При цьому допускається незначне відхилення частоти CLK передавального і приймального трактів. Немає необхідності дотримуватися рівність (1), відсутній вандер при дрейфі фази вхідного сигналу In відносно CLK в межах від 0 до 360 градусів, спрощується робота регенераторів і зменшується вплив спотворень першого і другого роду, які вносить канал зв'язку за рахунок усунення фазового тремтіння в синхронізуються сигналі. Еталонна мережа може бути замінена вторинними еталонними генераторами, так як немає необхідності в дорогій передачі сигналів синхронізації частоти.

Дана схема блоку корекції при реалізації із застосуванням високочастотних мікросхем може працювати стійко при швидкості бітового потоку до 2 Мбіт / сек.

4.2 Рекомендації по вибору елементної бази

Від правильного вибору елементної бази в великій мірі залежать всі технічні та експлуатаційні характеристики приладу в цілому. Крім того, елементна база може вплинути на побудову і на реалізацію структурної схеми, на можливість швидкої подальшої модернізації приладу з найменшими витратами апаратних і програмних засобів.

Основними вузлами блоку є: схема логіки, тактовий генератор і формувач імпульсів строба.

Автоматичний цифровий блок корекції може бути зібраний на мікросхемах серії K1531 (аналог 74ALS). Це вдосконалені мікросхеми з високою швидкодією і малим значенням споживаної потужності (серія 74 F FAST фірми Fairchild) с транзисторами Шотки. У цьому сімействі реалізується компроміс між швидкодією і піт споживаною потужністю і є найпопулярнішими сьогодні по застосуванню в розробках високошвидкісних пристроїв на основі ТТЛ схем. Основні характеристики сучасних ТТЛ схем наведені в таблиці 4.1. Характеристики наведені для типового 2-х входового вентиля 2І – НЕ для кожного з сімейств.

Одним з критеріїв якості логічного сімейства є добуток затримки на потужність, що показує скільки енергії витрачається вентилем при перемиканні сигналу на його виході.

Самою швидкодіючою серією виявляється серії 74F та 74S. Причому серія 74F побудована з застосуванням транзисторів Шоткі, її максимальна робоча частота може досягати сотень МГц. Вітчизняною промисловістю випускали повний аналог цієї серії – серія K1531.

Таблиця 4.1 – Електричні характеристики ТТЛ серій

Характеристика	Позначення	Сімейство				
		74S	74LS	74AS	ALS	74F
Максимальна затримка поширення	$T_{здр}$, нс	3	9	1,7	4	3
Споживана потужність на вентиль	$P_{пот}$, мВт	19	2	8	1,2	4
Добуток затримки на потужність	пДж	57	18	13,6	4,8	120,8
Вхідна напруга низького рівня	U_{ILmax} , В	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Вихідна напруга низького рівня	U_{OLmax} , В	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Вхідна напруга високого рівня	U_{IHmax} , В	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Вихідна напруга високого рівня	U_{OHmax} , В	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Вхідний струм низького рівня	I_{ILmax} , мА	-2,0	-0,4	-0,5	-0,2	-0,6
Вихідний струм низького рівня	I_{OLmax} , мА	20	8	20	8	20
Вхідний струм високого рівня	I_{IHmax} , мкА	50	20	20	20	20
Вихідний струм високого рівня	I_{OHmax} , мкА	-1000	-400	-2000	-400	-1000

Для аналогових пристроїв генератора і формувача застосуємо ВЧ транзистори нового технологічного покоління, що мають граничні частоти порядку 1000-2000 МГц. Це такі типи транзисторів КТ3186А9, КТ3187А9, КТ641, КТ643, мають висновки для мікросмугових конструкціях печатних плат, що вигідно позначається на загальних характеристиках схем, тому що

ємність печатного монтажу із застосуванням ВЧ фольгованих діелектриків може бути знижена до значень 0.4-1.0 пФ.

У зв'язку з вищевказаним застосуємо для виготовлення друкованої плати фольгований склотекстоліт СФ-4Д з діелектричної проникністю $\epsilon_r = 6$.

У схемах залежно від типу конструкції використовуються конденсатори постійної і змінної ємності, призначені для щодо низькочастотних ланцюгів якщо вони зберігають властивості зосереджених елементів в ВЧ діапазоні. Найбільш придатними для друкованих конструкцій ВЧ плат є конденсатори типів К109, К10-42, К10-43, К10-44, що представляють собою мініатюрні керамічні паралелепіпеди, торці яких металізовані і облужені. Ці конденсатори за допомогою пайки кріпляться до контактних площадок схем. Конденсатори К10-42 мають номінали 1-22 пФ з допуском $\Delta C = 0.25$ пФ і ТКЕ групи М47 на робочу напругу 50 В. Конденсатори К10-43, К10-44 мають номінали від 22 пФ до 0.047 мкФ з допуском $\Delta 2\%$ і $\Delta 5\%$ і ТКЕ $(10-30) \cdot 10^{-6}$ (група МПО), робоча напруга 25 В.

Найбільш вживаними резисторами для ВЧ схем є резистори С2-23, С2-10, С6-3. Ці резистори мають мінімальні паразитні параметри і приєднуються до контактних площадок за висновки або за ковпачки.

4.3 Розрахунок формувача і кварцового генератора

Схема формувача імпульсу стропа представляє схему несиметричного тригера з емітерним зв'язком (тригера Шмітта) і показана на рис.4.2.

Тригер має два стійких стани, в одному транзистор VT1 закритий, VT2 насичений, в іншому – навпаки, VT1 насичений, VT2 закритий. Перехід тригера з одного стану в інший здійснюється стрибком кожен раз, коли вхідний керуюча напруга $U_{вх}$ досягає порогових рівнів спрацьовування.

Через реєстр R5 здійснюється не тільки позитивний зворотний зв'язь VT2 з VT1, а й негативний зворотний зв'язок по току в самому каскаді

транзистора VT1. Однак в процесі перекидання визначальне значення має позитивний зворотний зв'язок.

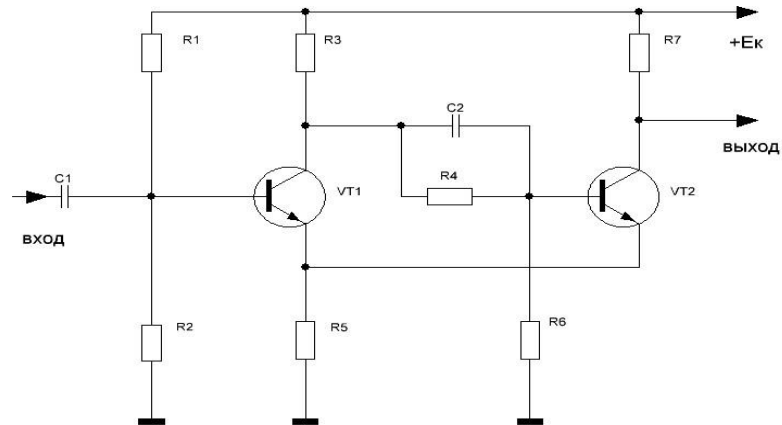


Рисунок 4.2 – Схема формувача

Тригер має гістерезис вхідної характеристики. Поріг спрацьовування визначається наступним виразом:

$$U_{BX1} = \frac{R_5}{R_5 + R_7} \cdot E_K. \quad (4.2)$$

Поріг відпускання визначається наступним виразом:

$$\frac{\varepsilon \cdot (E_K + I_{K02} \cdot R_4)}{1 + \varepsilon \cdot \frac{R_2}{R_5}}, \quad (4.3)$$

де $\varepsilon = R_6 / (R_4 + R_6)$, коефіцієнт ділення подільника R4-R6;

I_{K02} – зворотний струм колекторного переходу транзистора VT2.

Вибір початкового зсуву залежить від характеру вхідної напруги і вимагає виконання умови $U_{2нас} < R_2 \mid (R_2 + R_1) \cdot E_K$.

Параметри схеми тригера повинні бути обрані так, щоб з урахуванням, температурного і тимчасового дрейфів вони задовольняли умови робочого режиму [9]:

$$\frac{R_5}{R_5 + R_7} E_K > \frac{\varepsilon \cdot \{ R_{\Gamma} + R_{\text{вхТ1}} + (h_{21\text{т1}} + 1) \cdot R_5 \}}{\varepsilon \cdot h_{21\text{т1}} R_3 + (h_{21\text{т1}} + 1) \cdot R_5} \cdot (E_K - I_{\text{к02}} R_4), \quad (4.4)$$

де $R_{\text{вхТ1}}$ – вхідний опір транзистора VT1;

$h_{21\text{т1}}$ – коефіцієнт передачі по струму транзистора VT1;

$I_{\text{к02}}$ – зворотній струм колекторного переходу транзистора VT2.

Автогенератор імпульсів синхронізації побудований за схемою мультивібратора та з кварцовим резонатором для стабілізації тактової частоти.

Схема генератора показана на рис. 4.3.

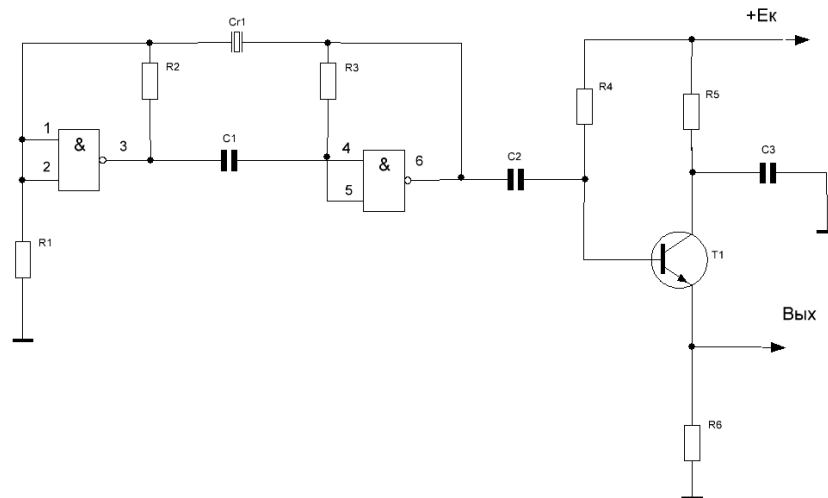


Рисунок 4.3 – Схема генератора імпульсів

Генератор, що задає послідовність тактових імпульсів, зібраний на логічних мікросхемах, за схемою мультивібратора, на транзисторі VT1 зібраний узгоджений каскад, емітерний повторювач, який зменшує вплив навантаження на стабільність частоти генерованих імпульсів [9].

Вихідними даними для розрахунку є:

- частота генеруючих коливань, $f_T = 5$ МГц;
- вихідний сигнал – ТТЛ рівні;
- навантаження – один вхід ЛЕ;
- нестабільність частоти не гірше $2 \cdot 10^{-5}$.

Для побудування схеми логіки приймаємо логічний елемент типу 2І-НІ, серії КР1531, БКО 348.806-01ТУ.

Технічні характеристики ЛЕ КР1531ЛЕ1 [11]: $U_{OH} = 2.5$ В, $U_{OL} = 0.4$ В, $I_{IH} = 0.02$ мА, $I_{IL} = 0.1$ мА, $I_{OH} = -15$ мА, $I_{OL} = 24$ мА, $U_{CDI} = 1.35$ В, $I_{cch} = 0.85$ мА, $I_{ccl} = 3$ мА, $t_{pLH} = 11$ нс, $t_{pHL} = 8$ нс, $C_{вх} = 5$ пФ, $C_H \leq 200$ пФ, $t_{\phi \max} = 1$ мкс, $E_P = +5$ В, $f_{\max} = 150$ МГц.

Вибираємо кварцовий резонатор на частоту f_T з урахуванням отримання мінімальної нестабільності. Приймаємо тип кварцового резонатора KS-07, зріз АТ, частота послідовного резонансу $f_{KB} = 5$ МГц,

Параметри кварцового резонатора [5]: $f_{KB} = 5$ МГц, $Q = 175000$,
 $r_{KB} = 26$ Ом, $L_{KB} = 0.01$ Гн, $C_{KB} = 0.01$ пФ, $C_0 = 2.2$ пФ.

Визначимо повний опір кварцового резонатора, згідно його еквівалентної схеми.

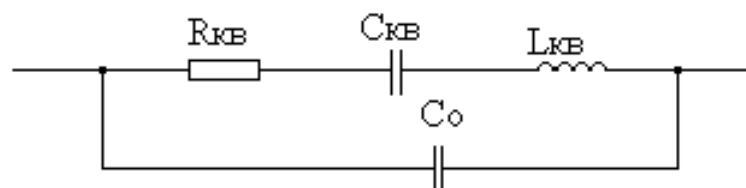


Рисунок 4.4 – Еквівалентна схема кварцового резонатора

Повний опір кварцового резонатора:

$$Z = \frac{\left(R_{KK} + j\omega L_{KK} - j\frac{1}{\omega C_{KK}} \right) \cdot \left(-j\frac{1}{\omega C_O} \right)}{R_{KK} + j\omega C_{KV} - j\frac{1}{\omega C_{KK}} - j\frac{1}{\omega C_O}} = \quad (4.5)$$

$$= \frac{\omega^2 L_{KK} - 1 - j\omega R_{KK} C_K}{\omega^2 R_{KK} C_K C + j(\omega^3 L_{KK} C_K C - \omega C_O - \omega C_{KV})}$$

Розрахуємо повний опір кварцового резонатора:

$$Z = \frac{(6,28 \cdot 4 \cdot 10^6)^2 \cdot 0,01 \cdot 0,01 \cdot 10^{-12} - 1 - j \cdot 6,28 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 26 \cdot 0,01 \cdot 10^{-12}}{(6,28 \cdot 4 \cdot 10^6)^2 \cdot 26 \cdot 0,01 \cdot 2,2 \cdot 10^{-24} + j[(6,28 \cdot 4 \cdot 10^6)^3 \cdot 0,01 \cdot 0,01 \cdot 2,2 \cdot 10^{-34} - j \cdot 6,28 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 26 \cdot 0,01 \cdot 10^{-12}]} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{0,394 - 1 - j \cdot 1,632 \cdot 10^{-5}}{-6,28 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot (22 + 0,01) \cdot 10^{12}} = \frac{0,394 - 1 - j \cdot 1,632 \cdot 10^{-5}}{2,256 \cdot 10^{-9} + j(-8,43 \cdot 10^{-5})} = 40,2 - j \cdot 318 [Ом].$$

$$Z = 320 \cdot \ell^{-j90^\circ} Ом.$$

На цій частоті кварцовий генератор має чисто ємнісний характер, що потрібно для створення мултивібратора на ЛЕ з ємнісними зворотними зв'язками.

Обчислимо еквівалентні параметри логічного елемента.

Статичні опори:

– вхідні опори:

$$R_{BX_0} = R_{IL} = \frac{U_{OL}}{I_{IL}}, \quad (4.6)$$

$$R_{BX_1} = R_{IH} = \frac{U_{OH}}{I_{IH}}, \quad (4.7)$$

$$R_{BX_0} = \frac{0,8}{0,6 \cdot 10^{-3}} = 1,3 кОм, \quad R_{BX_1} = \frac{2}{0,02 \cdot 10^{-3}} = 100 кОм.$$

– вихідні опори:

$$R_{OL} = \frac{U_{OL}}{I_{OL}}, \quad (4.8)$$

$$R_{OH} = \frac{U_{OH}}{I_{OH}}, \quad (4.9)$$

$$R_{OL} = \frac{0,5}{20 \cdot 10^{-3}} = 25 \text{ Ом}, \quad R_{OH} = \frac{2,7}{1 \cdot 10^{-3}} = 2,7 \text{ кОм}.$$

– середні значення опорів:

$$R_I = \sqrt{R_{IL} \cdot R_{IH}}, \quad (4.10)$$

$$R_O = \sqrt{R_{OL} \cdot R_{OH}}, \quad (4.11)$$

$$R_I = \sqrt{1,3 \cdot 100} = 11,4 \text{ Ом}, \quad R_O = \sqrt{25 \cdot 2700} = 260 \text{ Ом}$$

Диференціальні опори:

$$R_{ID} = \frac{\Delta U_I}{\Delta I_I} = \frac{U_{OH} - U_{OL}}{I_{IL} + I_{IH}}, \quad (4.12)$$

$$R_{OD} = \frac{\Delta U_O}{\Delta I_O} = \frac{U_{OH} - U_{OL}}{I_{OL} + I_{OH}}, \quad (4.13)$$

$$R_{ID} = \frac{2,7 - 0,5}{(0,6 + 0,02) \cdot 10^{-3}} = 3,5 \text{ кОм}, \quad R_{OD} = \frac{2,7 - 0,5}{(20 + 1) \cdot 10^{-3}} = 104,8 \text{ Ом}.$$

Диференціальні опори мають однаковий порядок із середніми значеннями, в подальших розрахунках використовуємо диференціальні опори: вхідні $R_{\text{ід}}$ і вихідні $R_{\text{од}}$.

Підсилювальні властивості ЛЕ характеризуються крутизною перемикальної характеристики:

$$S_n = \Delta I_O / \Delta U_{\text{ПЕР}} = (I_{OL} + I_{OH}) / \Delta U_{\text{ПЕР}}, \quad (4.14)$$

де $\Delta U_{\text{ПЕР}}$ – напруга перемикавання ЛЕ.

$$\Delta U_{\text{ПЕР}} = U^H_{\text{ПОР}} - U^L_{\text{ПОР}} = U_{OH} + U_{OL} - U_{CD1}, \quad (4.15)$$

$$S_n = (20 + 1) \cdot 10^{-3} / (2,7 + 0,5 - 1,35) = 0,25.$$

Вихідну ємність ЛЕ визначимо за відомим часу затримки сигналу при перемиканні з низького рівня на високий:

$$t_{pLH} = 5 \cdot R_{\text{од}} \cdot C_O + t_p, \quad (4.16)$$

де t_p – час розсмоктування, для більшості ТТЛ серій $t_p = 0,3 t_{pLH}$.

Вихідна ємність визначається:

$$C_O < 0,7 t_{pLH} / 5 R_{\text{од}}, \quad (4.17)$$

$$C_O = 0,7 \cdot 11 \cdot 10^{-9} / 5 \cdot 53,8 = 2,6 \cdot 10^{-11} \text{ нФ}.$$

Приймаємо значення вихідний ємності $C_O = 25 \text{ пФ}$.

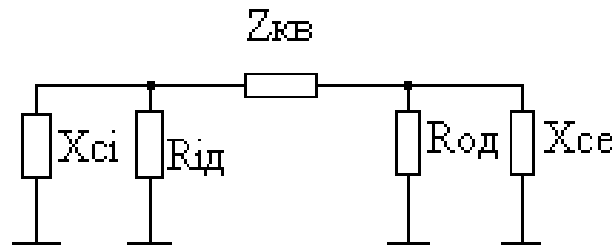


Рисунок 4.5 – Еквівалентна схема автогенератора

Для отриманих даних значень параметрів автогенератора перевіримо виконання умови балансу амплітуд:

$$K_{\Pi} \cdot S_{CP} \cdot Z_{\mathcal{O}} \cdot \beta > 1, \quad (4.18)$$

де K_{Π} – коефіцієнт втрат, $K_{\Pi} = 1,1 - 1,2$;

β – коефіцієнт зворотного зв'язку;

S_{CP} – середня крутизна ЛЕ.

$$\beta = Z_I / (Z_I + Z_{KB}), \quad (4.19)$$

$$S_{CP} = S_{\Pi} \cdot \alpha_I, \quad (4.20)$$

де α_I – коефіцієнт розкладання косинусоїдального імпульсу.

Визначимо еквівалентний опір вихідного ланцюга [14]:

$$\frac{1}{Z_{\mathcal{Y}}} = \frac{1}{R_{OA}} + \frac{1}{X_{C\Sigma}}, \quad (4.21)$$

$$Z_{\mathcal{O}} = \frac{R_{OD} \cdot X_{C\Sigma}}{R_{OD} + X_{C\Sigma}}, \quad (4.22)$$

$$X_{C\Sigma} = \frac{1}{\omega_T \cdot C_\Sigma}, \quad (4.23)$$

$$C_\Sigma = C_O + C_1; \quad (4.24)$$

$$X_{C\Sigma} = \frac{1}{6,28 \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 30 \cdot 10^{-12}} = 1061 \text{ Ом}, \quad Z_9 = \frac{104,8 \cdot 1061}{104,8 + 1061,8} = 94,7 \text{ Ом},$$

$$X_{CI} = \frac{1}{6,28 \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^{-12}} = 6370 \text{ Ом}, \quad Z_1 = \left(\frac{1}{6370} + \frac{1}{3500} \right)^{-1} = 1752 \text{ Ом},$$

$$\beta = \frac{1752}{(1752 + 320)} = 0,77.$$

Для більшості практичних схем автогенераторів кут розкладання становить від 70° до 110° . вибираємо $\theta = 90^\circ$, $\alpha = 0,5$, тоді

$$S_{CP} = 0,25 / 2 = 0,125.$$

На підставі отриманих даних умова балансу амплітуд має вигляд:

$$1,1 \cdot 0,125 \cdot 94,7 \cdot 0,77 = 9,9 > 1.$$

Зовнішні ємності $C1$ і $C2$ на вході і виході ЛЕ можуть бути відсутні.

Обчислимо опір резисторів ланцюга зворотного зв'язку $R2$, $R3$ по постійному струму. Резистор $R1$ необхідний для стабілізації порога перекидання ЛЕ DD 1.1:

$$R_2 = R_3 \leq \frac{U_{OH} - U_{OL}}{I_{IL}}, \quad (4.25)$$

$$R_2 = R_3 = \frac{2,7 - 0,5}{0,02 \cdot 10^{-3}} = 110 \text{ кОм}.$$

Застосуємо номінальне значення $R_2 = R_3 = 20 \text{ кОм} \pm 5\%$, тип С2-33 Н-0.125.

Визначимо значення резистора R_1 :

$$R_1 = \frac{U_{\text{ПОР}}^1}{I_{\text{Д}}}, \quad (4.26)$$

$$I_{\text{Д}} = \frac{U_{\text{ОН}} - I_{\text{ПН}} \cdot R_2}{R_1 + R_2}, \quad (4.27)$$

де $I_{\text{Д}}$ – струм дільника.

Вирішуючи ці два рівняння спільно, отримаємо значення резистора R_1 :

$$R_1 \leq \frac{U_{\text{ПОР}}^1 \cdot R_2}{U_{\text{ОН}} - I_{\text{ПН}} \cdot R_2 - U_{\text{ПОР}}^1}, \quad (4.28)$$

$$R_1 = \frac{1,35 \cdot 20}{2,7 - 0,02 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^3 - 1,35} = 15 \text{ кОм}.$$

Приймаємо номінальне значення $R_1 = 15 \text{ кОм} \pm 10\%$, тип С2-33 Н-0.125.

Таке значення R_1 не погіршить загальний вхідний опір, тому що R_1 на порядок більше Z_1 . Z_1 зменшилася до 2650 Ом, а коефіцієнт зворотного зв'язку = 0,25 і умова балансу амплітуд і раніше виконується [9].

Ємність розділового конденсатора:

$$C_2 \geq \frac{10}{\omega_T \cdot (R_{\text{ИД}} + R_{\text{ОД}})}, \quad (4.29)$$

$$C_2 \geq \frac{10}{6,28 \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot (3500 + 104,8)} = 88 \cdot 10^{-12} \text{ нФ}.$$

Приймаємо номінальне значення ємності конденсатора $C_2 = 100 \text{ пФ} \pm 10\%$, тип К10-44.

Оцінимо нестабільність генеруючих коливань [15]:

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{(1 + \zeta^2) \cdot K_{II} \cdot \omega_T \cdot C_{\Sigma} \cdot C_{BX}}{2 \cdot Q_{KB} \cdot S_{CP} \cdot C_{\Sigma}^2} \cdot \Delta C_{MAX}, \quad (4.30)$$

$$\zeta = \frac{f_T}{f_{MAX}}, \quad (4.31)$$

$$C_{\Sigma} = \frac{C_0 \cdot C_1}{C_0 + C_1}, \quad (4.32)$$

$$\zeta = \frac{5 \cdot 10^6}{150 \cdot 10^6} = 0,033, \quad C_{\Sigma} = \frac{(2,25 \cdot 5) \cdot 10^{-12}}{(2,2 + 5) \cdot 10^{-12}} = 1,5 \text{ нФ}$$

Ємність кварцу:

$$C_0 = \frac{1}{\omega_T \cdot |Z_{KB}|}. \quad (4.33)$$

$$\Delta C_{MAX} = TKE \cdot \Delta T \cdot C_{\Sigma}, \quad (4.34)$$

Вважаємо $\Delta T = 60 \text{ }^\circ\text{C}$, тоді:

$$\Delta C_{MAX} = 0,001 \cdot 60 \cdot 30 \cdot 10^{-12} = 1,8 \cdot 10^{-12},$$

$$\omega_T = 2 \cdot \pi \cdot f_T, \quad (4.35)$$

$$\omega_T = 2 \cdot 3,1416 \cdot 5 \cdot 10^6 = 3,28 \cdot 10^7,$$

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{(1 + 0,033^2) \cdot 1,1 \cdot 6,28 \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot 30 \cdot 10^{-12} \cdot 5 \cdot 10^{-12} \cdot 1,8 \cdot 10^{-12}}{2 \cdot 17500 \cdot 0,125 \cdot (1,5 \cdot 10^{-12})^2} = 1,7 \cdot 10^{-6}.$$

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Тема дипломної роботи «Дослідження прослизань синхроімпульсів у цифрових сигналах».

В таблиці 5.1 наведено опис ідеї.

Таблиця 5.1 – Опис ідеї

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для споживачів (користувачів)
Розробка блока для усунення прослизань синхроімпульсів у цифрових потоках	Загальні радіотехнічні виробни різноманітного призначення	Підвищена якість радіотехнічних виробів
	Нове обладнання для сотових радіотелефонів	Підвищена надійність радіотелефонів

Ідея проекту цікавить усі вітчизняні підприємства які пов'язані з розробкою та виготовленням радіотехнічних пристроїв різноманітного призначення та виготовлення радіотелефонів. Концепція реалізації проекту полягає в побудування універсального блоку для усунення прослизань і помилок при передачі сигналів синхронізації у цифрових потоках даних.

В таблиці 5.2 наведена попередня характеристика потенційного ринку

Таблиця 5.2 – Попередня характеристика потенційного ринку

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Головні конкуренти М. Київ, завод «Радіоприлад»	Усі виробники сучасних радіотехнічних виробів і виробники сотових радіотелефонів
2	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
3	Явних обмежень для входу до ринку не має. Обмеженням для входу можна вважати закритість підприємств і фірм радіотехнічного профілю	Кількість споживачів надійних радіотелефонів сотового зв'язку зростає

5.1 Вибір об'єкта для порівняння й оцінка технічного рівня пристрою

Технічний рівень проектного пристрою можна оцінити шляхом зіставлення його з іншим існуючим пристроєм того ж експлуатаційного призначення. Для такого зіставлення необхідно вибрати базовий варіант. Як базовий варіант використаємо синхронізатор TIR-15, який випускається підприємством фірми A-TEN Technologies.

Технічний рівень розроблювального приладу доцільно оцінювати за допомогою коефіцієнта технічного рівня, що розраховується бальним методом по основних технічних параметрах [16].

Перелік технічних параметрів для порівняння базового й проектного пристрою, наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Оцінка технічного рівня нового приладу

Характеристики	Базовий прибор		Проектований прибор	
	Абсолютне значення	Бальна оцінка	Абсолютне значення	Бальна оцінка
1. Джерела напруги, В	+ 15 , – 15	0,5	+ 5,	1
2. Максимальна частота вхідного сигналу, МГц	1	0,1	100	1
3. Наявність мікроконтролера	нема	0,1	нема	0,1
4. Габаритні розміри, мм	475x220x75	0,4	110x85x55	1
5. Маса, кг	2	1,1	0,5	1
6. Струм споживання, А	0,2	0,8	0,05	0,6
7. Можливість роботи з зовнішнім сигналом	нема	0,2	Є	0,8

Більш високий рівень технічного параметра порівнюваного варіанта оцінюють одиницею, менший рівень шляхом розрахунку числа балів по формулі

$$Q_i = B_i / B_{\max}, \quad (5.1)$$

де B_i – менша абсолютна величина досліджуваного параметра, порівнюваного варіанта;

$B_{\max}$ – більша абсолютна величина порівнюваних варіантів досліджуваного параметра;

Q_i – бальна оцінка технічного рівня досліджуваного параметра щодо кращого варіанта.

За цією методикою визначаємо бальну оцінку технічного рівня кожного параметра порівнюваних варіантів, результати записуємо в таблицю. Потім знаходимо підсумкову бальну оцінку Q_i порівнюваних варіантів і коефіцієнт технічного рівня проектного (нового) приладу щодо аналога:

$$K_{\text{тр}} = \frac{Q_{\Sigma}^{\text{пр}}}{Q_{\Sigma}^{\text{ан}}}, \quad (5.2)$$

де $K_{\text{тр}}$ – коефіцієнт технічного рівня;

$Q_{\Sigma}^{\text{пр}}, Q_{\Sigma}^{\text{ан}}$ – сумарна бальна оцінка технічного рівня відповідно проектного пристрою й аналога.

$$K_{\text{тр}} = 5,5 / 3,1 = 1,75.$$

5.2 Розрахунок витрат на дослідження, розробку і проектування

Витрати на дослідження, розробку і проектування блоку $C_{\text{окр}}$ одержуємо на основі калькуляції кошторисної вартості робіт та її типової структури прийнятої в ОКБ підприємства (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат на проектування

Стаття витрат	Сума, грн.	Питома вага, %
1. 1. Матеріали	652,6	5
2. 2. Комплектуючі	652,6	5
3. 3. Зарплатня основна	4568,1	35
4. 4. Зарплатня додаткова	1957,7	15
5. 5. Відрахування на соц. нужди	1305,2	10
6. 6. Накладні видатки	3262,9	25
7. 7. Відрядження	652,6	5
8. Усього	13051,7	100

Розрахунок основної зарплатні проектувальників зроблено на основі штатного розпису тематичного відділу КБ.

Місячний фонд часу – 22 робочих днів, 176 час., кількісний состав групи 3 чоловіка:

- вед. інженер – 1, місячний оклад – 12500 грн.,
- $C_{\text{СРЗП ВІ}} = 12500 / 22 = 568,2$;
- інженер 1–ої кат. – 1, місячний оклад – 9500 грн.,
- $C_{\text{СРЗП ІН1}} = 9500 / 22 = 431,8$;
- інженер 2–ої кат. – 1, місячний оклад – 7000 грн.,
- $C_{\text{СРЗП ІН2}} = 7000 / 22 = 318,2$.

Витрати часу на розробку блока, складають наступні значення.

$T_{\text{РОБВІ}} = 2$ дня для вед. інженера и $T_{\text{РОБІН1}} = 5$ днів, для інженера 1–ої кат., $T_{\text{РОБІН2}} = 4$ дня для инж. 2–ої кат., $C_{\text{СРЗП}}$, середньоднівна зарплатня виконавця.

$$Z_{\text{ОСН}} = T_{\text{РОБВІ}} \cdot C_{\text{СРЗП ВІ}} + T_{\text{РОБІН1}} \cdot C_{\text{СРЗП ІН1}} + T_{\text{РОБІН2}} \cdot C_{\text{СРЗП ІН2}} =$$

$$2 \cdot 568,2 + 5 \cdot 431,8 + 4 \cdot 318,2 = 2218,1 \text{ грн.}$$

5.3 Розрахунок собівартості

5.3.1 Розрахунок матеріальних витрат на блок

Розрахуємо собівартість розроблювального блока корекції наближеним методом коефіцієнтів приведення.

У розрахунках використані нормативи й ціни діючі на перше січня поточного року. До матеріальних витрат ставляться витрати на покупні комплектуючі вироби й витрати на основні матеріали. При розрахунку витрат на ПКВ необхідно враховувати також транспортно-заготівельні витрати, які становлять 10 % від сумарної вартості для ПКВ.

Таблиця 5.5 – Розрахунок витрат на покупні комплектуючі вироби

Комплектуючі вироби й напівфабрикати	Кількість на один блок	Ціна за одиницю, грн.	Сума витрат на один блок, грн.
Кварц. резонатор KS-0.7	1	3,45	3,45
Конденсатори SMD1205	7	0,25	1,75
Мікросхема K1531TM2	2	3,2	6,4
Мікросхема K1531ЛН1	1	2,8	2,8
Мікросхема K1531ЛЕ1	1	2,7	2,7
Дросель ДМ-0,1	1	0,65	0,65
Резистори SMD1205	14	0,13	1,82
Транзистори 2MF1335	2	1,55	3,1
Транзистори 2N3225	2	1,9	3,8
Роз'єм МРН4-1	1	2,1	2,1
Корпус	1	35,0	35,0
Разом	33		63,6
Транспортно-заготівельні витрати (10 %)			6,4
Загальна сума Р _к			70

Подальше розрахуємо прямі витрати на основні матеріали і сировину, зарплатню основних виробничих працівників наближеним методом, використовуючи типову структуру прямих витрат у собівартості блока при виробництві РЕА на печатних платах, додаток Д у [16].

Приймаємо наступні значення питомих вагових коефіцієнтів:

$$Y_M = 15 \%, Y_K = 40 \%, Y_Z = 45 \%.$$

$$P_M = P_K \cdot Y_M / Y_K = 70 \cdot 15 / 40 = 26,3 \text{ грн.} \quad (5.3)$$

$$P_Z = P_K \cdot Y_Z / Y_K = 70 \cdot 45 / 40 = 78,8 \text{ грн.} \quad (5.4)$$

Сумарні матеріальні витрати на пристрій складають:

$$P_{MZ} = P_M + P_K, \quad (5.5)$$

де P_{MZ} – загальні матеріальні витрати, грн;

P_M – витрати на основні матеріали, грн;

P_K – витрати на закупні комплектуючі матеріали, грн.

Сумарні матеріальні витрати на пристрій:

$$P_{MZ} = 26,3 + 70 = 96,3 \text{ грн.}$$

Опосередковані статті витрат розраховуємо на основі нормативів опосередкованих витрат. Виконаємо розрахунок по кожній статті опосередкованих витрат.

Коефіцієнти для розрахунку відповідних статей витрат приймаємо, згідно типової структури собівартості виробництва складального цеху на ВО «Іскра», а також на основі даних планово-економічної служби складальної ділянки цеху.

Усі витрати по кожній статті калькуляції, а також собівартість і оптова ціна блоку зведені у таблицю 5.5.

Значення усіх коефіцієнтів для розрахунку статей витрат узяти із [16].

Додаткова зарплатня складає 45 % від основної, отже фонд зарплатні

Розраховується за формулою 5.6:

$$З_{\text{д}} = З_{\text{осн}} \cdot 0,45 = 78,8 \cdot 0,45 = 35,5 \text{ грн.}$$

$$З_{\Sigma} = P_{\text{з}} + З_{\text{д}} = 78,8 + 35,5 = 114,3 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

Відрахування на соціальні заходи визначаються за наступної формули:

$$P_{\text{cc}} = \frac{З_{\Sigma} \cdot H_{\text{cc}}}{100}, \quad (5.7)$$

де P_{cc} – відрахування на соціальне страхування, грн.;

$З_{\Sigma}$ – основний фонд зарплатні, грн.;

H_{cc} – норматив відрахування на соціальне страхування, ЕСВ = 22 % .

Зараз відрахування на соціальні заходи складають 22 % від суми основної та додаткової зарплатні, підставляючи числові значення, отримуємо суму відрахувань:

$$P_{\text{cc}} = 114,3 \cdot 22 / 100 = 25,2 \text{ грн.}$$

5.3.2 Розрахунок опосередкованих статей витрат

До опосередкованих статей калькуляції відносяться загальновиробничі та адміністративні витрати. Загальновиробничі та адміністративні витрати розраховуються пропорційно до основної зарплатні виробничих працівників за відповідними нормативами.

Загальновиробничі витрати розраховуються:

$$P_{O.ПР} = \frac{З_{ОСН} \cdot H_{O.ПР}}{100}, \quad (5.8)$$

де $З_{ОСН}$ – основна зарплатня виробничих працівників, грн.;

$H_{O.ПР}$ – норматив загальновиробничих витрат складає 400 %.

$$P_{O.ПР} = \frac{78,83 \cdot 400}{100} = 315,2 \text{ грн.}$$

Виробнича собівартість без обліку витрат на підготовку та освоєння виробництва розраховується за наступною формулою:

$$C_{ПР}^* = P_{МЗ} + З_{\Sigma} + P_{СС} + P_{O.ПР}, \quad (5.9)$$

де $P_{МЗ}$ – матеріальні затрати, грн.;

$З_{\Sigma}$ – фонд зарплатні, грн.;

$P_{СС}$ – відрахування на соціальне страхування, грн.;

$P_{O.ПР}$ – загальновиробничі витрати, грн.

$$C_{ПР}^* = 96,3 + 114,3 + 25,2 + 315,2 = 551 \text{ грн.}$$

Витрати підготовку та освоєння виробництва, згідно нормативам опосередкованих затрат складає 7 % від проміжної собівартості:

$$P_{ПО} = \frac{C_{ПР}^* \cdot H_{ПО}}{100} = \frac{551 \cdot 7}{100} = 38,6 \text{ грн.} \quad (5.10)$$

Виробнича собівартість розраховується за наступної формули:

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{ПР}}^* + P_{\text{ПО}} = 568,7 + 39,8 = 589,6 \text{ грн.} \quad (5.11)$$

Адміністративні витрати розраховуються за наступної формули:

$$P_A = \frac{Z_{\text{ОСН}} \cdot H_A}{100}, \quad (5.12)$$

де $Z_{\text{ОСН}}$ – основна зарплатня виробничих працівників, грн.;

H_A – норматив адміністративних витрат, складає 250 %.

$$P_A = \frac{78,8 \cdot 250}{100} = 197 \text{ грн.}$$

Позавиробничі затрати складають 2,5 % від суми виробничої собівартості і адміністративних витрат:

$$P_{\text{ВН}} = 0,025 \cdot (C_{\text{ПР}} + P_A) = 0,025 \cdot (589,6 + 197) = 19,6 \text{ грн.} \quad (5.13)$$

Повна собівартість розраховується як сума виробничої собівартості та позавиробничих витрат

$$C_{\text{ПОЛ}} = C_{\text{ПР}} + P_A + P_{\text{ВН}}, \quad (5.14)$$

де $C_{\text{ПР}}$ – виробнича собівартість, грн.;

P_A – адміністративні витрати, грн.;

$P_{\text{ВН}}$ – позавиробничі витрати, грн.

$$C_{\text{ПОЛ}} = 589,6 + 197 + 19,6 = 806,2 \text{ грн.}$$

Прибуток від продажу одного блока розраховується за формулою:

$$\Pi = \frac{Ц_0 \cdot H_{\text{приб}}}{100}, \quad (5.15)$$

де Π – прибуток від продажу одного блока, грн.;

$Ц_0$ – оптова ціна блока, грн.;

$H_{\text{приб}}$ – норма рентабельності, %.

$$\Pi = \frac{946,2 \cdot 25}{100} = 235,5.$$

Оптова ціна блока складається з повної собівартості та прибутку від продажу одного блока.

$$Ц_o = C_{\text{пол}} + \Pi, \quad (5.16)$$

де $C_{\text{пол}}$ – повна собівартість, грн.;

Π – прибуток від продажу одного блока, грн.

Вирішуючи спільно формули (5.16) и (5.17) одержимо значення оптової ціни при нормі рентабельності 25 %

$$Ц_o = C' / (1 - H_{\text{приб}}) = (806,2 - 96,3) / (1 - 0,25) = 946,5 \text{ грн.}$$

Податок на додану вартість (ПДВ) визначається у розмірі 20 % від оптової ціни

$$\text{ПДВ} = \frac{Ц_o \cdot H_{\text{ДС}}}{100}, \quad (5.17)$$

де C' –собівартість за винятком матеріальних затрат, грн.;

H_{dc} – норматив на податок на додану вартість, 20 %.

$$ПДВ = \frac{946,5 \cdot 20}{100} = 189,3 \text{ грн.}$$

Ціна продажу містить оптову ціну та податок на додану вартість.

$$Ц = Ц_o + ПДВ, \quad (5.18)$$

де $Ц_o$ – оптова ціна блока, грн.;

ПДВ – податок на додану вартість, грн.

$$Ц = 946,2 + 189,3 = 1135,5 \text{ грн.}$$

Проведемо розрахунок собівартості прямим підсумовуванням по основних статтях калькуляції при виготовленні прибору у складальному цеху радіотехнічного підприємства.

Результати розрахунку приведені у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок собівартості

Статті калькуляції	Умовні позначки	Сума, грн	Методика розрахунку, джерела
1	2	3	4
1. Основні матеріали	P_M	26,35	Формула 5.3
2. Комплектуючі елементи	P_K	70	Таблиця 5.3
Разом: матеріальні витрати	$P_{MЗ}$	96,3	Формула 5.5
3. Зарплата основна	$P_З$	78,8	Формула 5.4
4. Зарплата додаткова	$P_Д$	35,5	Формула 5.3
5. Відрахування	P_{cc}	25,2	Формула 5.7
Разом: проміжна собівартість	$C_{ПР}^*$	1	Формула 5.9

Продовження таблиці 5.6

1	2	3	4
6.Витрати на підготовку й освоєння виробництва	$P_{по}$	38,6	Формула 5.10
7.Адміністративні витрати	P_A	197	Формула 5.12
8.Загальнозаводські витрати	$P_{оз}$	315,2	Формула 5.8
Разом:9. Виробнича собівартість	$C_{пр}$	589,6	Формула 5.11
9. 10. Позавиробничі витрати	$P_{вн}$	19,6	Формула 5.13
Разом: повна собівартість	$C_{п}$	806,2	Формула 5.14
11.Собівартість за винятком матеріальних витрат	C'	709,9	$C' = 806,2 - 96,3 = 729,4$
12.Прибуток	Π	236,5	Формула 5.15
13.Оптова ціна приладу	C_o	946,5	Формула 5.16
14.Ціна продажу	C	1135,5	Формула 5.18

5.4 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення, необхідні при виготовленні нового приладу можуть включати: вартість нового обладнання, витрати на модернізацію устаткування й витрати на придбання спеціального технологічного оснащення. Але тому що проектований виріб виготовляється без додаткових капітальних вкладень, то їхню величину не визначають, а розраховують питомі капіталовкладення.

$$K_{\text{пит}} = C_{\text{пр}} \cdot \Phi_{\text{емн}} + C_{\text{окр}} / A, \quad (5.19),$$

де $K_{\text{пит}}$ – питомі капіталовкладення, грн;
 $C_{\text{пр}}$ – виробнича собівартість, грн;
 $\Phi_{\text{емн}}$ – коефіцієнт фондівіддачі, $\Phi_{\text{емн}} = 0,4$;
 $C_{\text{окр}}$ – витрати на розробку і проектування, $C_{\text{окр}} = 13051,7$ грн.
 A – годова програма випуску блоків, $N = 100$.
 Капітальні вкладання на виготовлення одного блока:

$$K_{\text{пит}} = 589,6 \cdot 0,4 + 13051,7 / 100 = 366,3 \text{ грн.}$$

При експлуатуванні даного блока до складу капітальних вкладень споживача включаємо всі одноразові витрати, що несе споживач у зв'язку з придбанням і переходом на експлуатацію даного блока.

$$K_B = C_o + C_{\text{тр}} + C_m, \quad (5.20),$$

де $C_m = 50$ грн., вартість монтажу на місці експлуатації;
 $C_{\text{тр}} = 30,5$ грн., вартість транспортування до місця експлуатації (3 % від оптової ціни);

Капітальні вкладення споживача на виготовлення одного блока:

$$C_B = 946,5 + 30,5 + 50 = 1027 \text{ грн.}$$

5.5 Розрахунок експлуатаційних витрат

Склад витрат по експлуатації в споживача і порядок їхнього розрахунку зроблений у таблиці 5.7. Тому що даний прилад не вимагає обслуговуючого персоналу, а є уставленим у систему зв'язку, зарплата обслуговуючого персоналу не розраховується [16].

Таблиця 5.7 – Розрахунок експлуатаційних витрат

Статті витрат	Позначення	Сума, грн.	Порядок розрахунку, формули
1. Витрати на електроенергію	$З_e$	29,7	$З_e = C_e \cdot M \cdot \Phi \cdot K_n,$ де C_e – вартість 1 кВт–год електроенергії, грн/год.; $C_e = 1,6$ грн/год M – установлена потужність приладу, кВт; $M = 0,01$ кВт Φ – річний фонд часу роботи блока, год.; $\Phi = 2064$ год. K_n – коефіцієнт використання потужності; $K_n = 0,9$ $З_e = 1,6 \cdot 0,01 \cdot 2064 \cdot 0,9 = 29,7$ грн.
2. Амортизаційні відрахування.	$З_a$	410,8	$З_a = \frac{C_b H_a}{100},$ де C_b – балансова (первісна) вартість блока грн.; $C_b = 1027$ грн. H_a – норма амортизації, $H_a = 40$ %.
3. Витрати на поточний ремонт	$З_{тр}$	51,4	$З_{тр} = C_b \cdot \frac{\alpha_{тр}}{100}, \alpha_{тр} = 5 \%$
4. Інші витрати	$З_{пр}$	10,1	$З_{пр} = 2 \%$ від загальної суми витрат
Разом	I_2	502	

5.6 Розрахунок річного економічного ефекту

Економічний ефект від виробництва й впровадження нового лабораторного стенду з системою автопідстроювання частоти з поліпшеними якісними й економічними характеристиками за весь термін служби можна визначити по формулі:

$$E = \left[(C_1 + E_n \cdot K_1) \cdot \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n} - (C_2 + E_n \cdot K_2) + \frac{I_1 \frac{B_2}{B_1} - I_2 - E_n \cdot (K^I_2 - K^I_1 \frac{B_2}{B_1})}{P_2 + E_n} \right] \cdot A_2, \quad (5.21)$$

де C_1, C_2 – повна собівартість відповідно базового й нового блока, грн;

K_1, K_2 – питомі капіталовкладення у виробничі фонди базового й нового блоків, грн;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності, дорівнює 0,15;

B_2/B_1 – коефіцієнт технічного рівня $K_{тр} = 1,75$;

B_1, B_2 – річна продуктивність відповідно базового й нового блоків;

$\frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n}$ – коефіцієнт зміни терміну служби нового блока ;

P_1, P_2 – частка відрахувань від балансової вартості на повне відновлення (реновацію) відповідно базового й розроблювального блока;

K^I_1, K^I_2 – супутні капітальні вкладення споживача при використанні базового й розроблювального блока, грн;

I_1, I_2 – річні експлуатаційні витрати споживача при використанні їм базового й нового блока, грн;

A_2 – річний обсяг виробництва нового блока, шт. $A_2 = 100$.

Собівартість базового блока можна розрахувати по формулі:

$$C_1 = \frac{C_2 \cdot \Pi_1}{\Pi_2}, \quad (5.22)$$

де Π_1 – оптова ціна базового блока, $\Pi_1 = 1586,5$ грн;

C_2 – повна собівартість нового блока, грн;

Π_2 – оптова ціна нового блока, грн.

При ціні покупки базового приладу 1586,50 грн. знайдемо його повну собівартість:

$$C_1 = (806,2 \cdot 1586,5) / 1135,5 = 1126,4 \text{ грн.}$$

Знайдемо питомі капіталовкладення базового приладу:

$$K_1 = C_1 \cdot \Phi_{\text{смн}}, \quad (5.23)$$

де $\Phi_{\text{смн}}$ – коефіцієнт фондovіддачі, $\Phi_{\text{смн}} = 0,4$.

$$K_1 = 1126,4 \cdot 0,4 = 450,6 \text{ грн.}$$

Річні експлуатаційні витрати споживача при використанні базового приладу:

$$I_1 = I_2 \cdot \frac{C_1}{C_2}, \quad (5.24)$$

де I_2 – річні експлуатаційні витрати споживача при використанні нового приладу, $I_2 = 513,06$ грн.

$$I_1 = (502 \cdot 1586,5) / 1135,5 = 701,4 \text{ грн.}$$

Частка відрахувань від балансової вартості на повне відновлення приладу зворотно-пропорційна терміну служби приладу:

$$P = \frac{1}{T_c}, \quad (5.25)$$

де P – частка відрахувань від балансової вартості на повне відновлення приладу;

T_c – термін служби приладу, м.

Термін служби базового й нового приладу рівні й становлять 5 років, що становить 60 місяців. Підставляючи ці значення у вираз (5.25), одержуємо:

$$P_1 = P_2 = \frac{1}{60} = 0,02.$$

Розроблювальний і базовий прилад не вимагає супутніх капітальних вкладень споживача.

Підставляючи всі знайдені значення у вираз (5.21), при нормативному коефіцієнті ефективності $E_n = 0,15$, одержуємо економічний ефект від впровадження нового приладу за весь термін служби:

$$E = ((1126,4 + 0,15 \cdot 450,6) \cdot 1,75 - (806,2 + 0,15 \cdot 366,3) + (701,4 \cdot 1,75 - 502) / (0,02 + 0,15)) \cdot 100 = 318901,5 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект розраховується по формулі:

$$E_p = E \cdot (P_2 + E_n), \quad (5.26)$$

$$E_p = 318901,5 \cdot (0,02 + 0,15) = 117993,5 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.8 – Економічні показники базового й нового блоку

Показники	Значення показників блоків	
	базового	нового
Повна собівартість С, грн.	1126,4	806,2
Оптова ціна Ц, грн.	1586,5	946,5
Питомі капіталовкладення К, грн.	450,6	366,3
Річні експлуатаційні витрати І, грн.	701,4	502
Економічний ефект грн.	–	318 901,5
Річний економічний ефект Е _г , грн.	–	117 993,5

З таблиці видно, що показники розроблювального лабораторного стенду з системою автопідстроювання частоти по кожному пункті вище базового. У результаті роботи можна зробити висновок, що доцільніше зібрати власноруч розроблювальний стенд, аніж придбати готовий. Він перевершує аналогічний по ряду технічних й економічних показників.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Тема даної магістерської роботи «Дослідження прослизань синхроімпульсів в цифрових сигналах» передбачає дослідження, проектування та впровадження в експлуатацію блоку корекції, що виключає прослизання і порушення імпульсів синхронізації в цифрових потоках.

6.1 Аналіз потенційних небезпек

При проектуванні нового приладу в КБ підприємства інженери можуть піддаватися впливу комплексу несприятливих факторів, обумовлених характером умовами праці, до яких відносяться:

- ураження електричним струмом через порушення правил електробезпеки, несправності електричного обладнання, відсутність або несправність заземлюючого контуру, який може привести до електротравмам, втрати працездатності або до летального результату;
- електромагнітне випромінювання при роботі з СВЧ пристроєм, який призводить до підвищеної стомлюваності і дратівливості;
- негативний вплив статичних полів на організм людини, яке призводить до емоційних навантажень, перенапруження, подразнення;
- недостатність освітлення внаслідок затінення вікон від близько розташованих інших об'єктів або дерев може призвести до підвищеного навантаження на очі, дискомфорту, швидку стомлюваність;
- незадовільні параметри мікроклімату, через підвищену вологість, запиленості, дуже високою або дуже низької температури, може привести до порушення стану здоров'я дискомфортного самопочуття, які знижують працездатність;
- загоряння через порушення правил пожежної безпеки, що може – призвести до нещасних випадків, загибелі людей, пошкодження обладнання та матеріальних цінностей.

– неправильні дії персоналу у надзвичайних ситуаціях.

6.2 Заходи щодо забезпечення електробезпеки

Електробезпека на виробництві забезпечується:

- конструкцією обладнання та електроустановок;
- технічними способами і засобами захисту;
- організаційними та технічними заходами.

У конструкціях виробничого обладнання передбачений захист від ураження електричним струмом (включаючи випадки помилкових дій обслуговуючого персоналу). Струмопровідні частини виробничого обладнання, які є джерелами небезпеки, повинні знаходитися в недоступних для людей місцях, а якщо це неможливо, то повинні бути надійно ізольовані, відповідно до ГОСТ 12.1.019–79.

Приміщення, в яких будуть проходити виробничі процеси, в міру небезпеки і ураження електричним струмом відносяться до категорії «Приміщення без підвищеної небезпеки» та «Приміщення з підвищеною небезпекою», відповідно до ГОСТ 12.1.019–79.

Для забезпечення електробезпеки застосовані окремо або спільно один з іншим наступні технічні засоби захисту:

- електрична ізоляція струмопровідних частин;
- захисне заземлення (занулення);
- захисне відключення;
- електричні поділу мережі;
- подвійна ізоляція.

Захисним заземленням називається навмисне електричне з'єднання з землею металевих неструмопровідних частин (корпус приладу, корпус трансформатора), які можуть опинитися під напругою при замиканні з струмоведучими частинами. Захисне заземлення досить ефективно в тому

випадку, якщо струм замикання на землю не збільшується зі зменшенням опору заземлення.

Захисного заземлення підлягає обладнання:

- в приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних, а також в зовнішніх установках заземлення обов'язковий при номінальному напрузі електроустановки вище 42 В змінного струму і 110 В постійного струму;
- в приміщеннях без підвищеної небезпеки заземлення обов'язковий при напрузі 380 В і вище змінного струму і 440 В і вище постійного струму;
- у вибухонебезпечних приміщеннях заземлення виконується незалежно від величини напруги.

Заходи щодо забезпечення безпеки від впливу шкідливих виробничих випромінювань викладені в нижче перерахованих ГОСТах.

Забезпечення безпеки робітників від дії електромагнітного випромінювання не повинна перевищувати допустимих норм згідно ГОСТ 12.1.006–84 «Електромагнітні поля радіочастот. Загальні правила безпеки ».

Значення напруженості електростатичного поля на робочих місцях, на поверхнях обладнання не повинні перевищувати гранично допустимих норм відповідно ГОСТ 12.1.045–84, СН 1757–77.

Інтенсивність потоків інфрачервоного випромінювання має не перевищувати допустимих значень ГОСТ 12.1.005–88.

Інтенсивність потоків ультрафіолетового випромінювання не повинні перевищувати допустимих значень відповідно СН 4557–88.

Допустимі рівні напруженості електростатичних полів встановлені в ГОСТ 12.1.045–84. «Електростатичні поля. Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги до проведення контролю ». Допустимі рівні напруженості полів залежать від часу перебування персоналу на робочих місцях. Гранично допустимий рівень напруженості електростатичних полів дорівнює 60 кВ / г в 1 ч.

Захист від статичної електрики здійснюється двома шляхами:

- зменшенням інтенсивності утворення електричних зарядів;
- усуненням зарядів статичної електрики, які утворилися.

Для покриття підлоги потрібно використовувати антистатичний лінолеум, бажано періодично проводити антистатичну обробку килимів, килимових матеріалів, синтетичних тканин і матеріалів з використанням препаратів побутової хімії.

Усунення зарядів статичної електрики досягається, перш за все, заземленням корпусів обладнання. Заземлення для відводу статичної електрики можна об'єднувати з захисним заземленням електрообладнання.

Заходи щодо забезпечення електробезпеки під час виробництва даного приладу повинні відповідати(((ГОСТ 12.1.018–90 ССБТ))) "Електробезпека. Загальні вимоги "та ГОСТ 12.1.03–91 ССБТ" Електробезпека. Захисне занулення, заземлення". Мережа включення електроживлення повинна бути захищена автоматами захисту мережі. Органи управління виконані і змонтовані так, щоб була виключена неправильна послідовність операцій або можливість довільного включення і виключення обладнання. Органи аварійного відключення обладнання повинні бути червоного кольору і розміщені в легкодоступних місцях.

Для захисту обслуговуючого персоналу від випадкового ураження електричним струмом при дотику до обладнання, на корпусі, якого може виявитися напруга, передбачено захисне відключення.

6.3 Заходи з виробничої санітарії та гігієни праці

Всі працівники повинні дотримуватися правил особистої гігієни:

Працювати в зручному взутті, щільно сидячою на нозі, на непромокальній і нековзною підошві, в охайному одязі;

Під час роботи (в залежності від умов праці) користуватися спецодягом і запобіжними пристосуваннями.

Працівникам громадського харчування забороняється перебувати на робочих місцях санітарного одягу та формених головних уборів. Вони повинні дотримуватися чистоти рук, обличчя, тіла, коротко стригти нігті. Забороняється носити прикраси (крім обручок).

Верхнє плаття і особисті речі слід зберігати в спеціально відведених приміщеннях або місцях.

Приймати їжу тільки в призначених для цього місцях, що відповідають санітарно-гігієнічним вимогам. Прийом їжі на робочому місці забороняється.

Для забезпечення санітарно-побутових зручностей працюють в установі, організації повинні бути обладнані:

Кімнати (місце) для відпочинку і прийому їжі,

Гардероби (шафи, вішалки та ін.) Для зберігання одягу та особистих речей, душові, умивальники;

Приміщення для особистої гігієни жінок в освітніх установах з кількістю найманих працівників 15 і більше жінок в зміну;

Працівники лікувально-профілактичних дитячих установ, пов'язані з приготуванням їжі, продажом продуктів повинні проходити медичні огляди в встановлені терміни правилами;

Відповідальність за дотримання правил особистої гігієни і зміст робочого місця в належному стані несе кожен працівник.

У кожному навчальному закладі на робочих місцях повинні бути створені необхідні санітарно-гігієнічні умови праці відповідно до вимог виробничої санітарії. Ці норми регламентують необхідні для здоров'я і сприятливого праці площа і об'єм виробничих приміщень, освітлення та опалення, метеорологічні умови (температура, вологість, тиск і швидкість руху повітря), шум і вібрація, вміст пилу в повітрі і т.д.

Основними факторами, що характеризують метеорологічні умови виробничого середовища, є: температура і вологість повітря, рухливість повітря, теплове випромінювання. ГОСТ 12.1.005–76 встановлює оптимальні та допустимі метеорологічні умови для робочої зони приміщення і враховує

пору року, тяжкість виконання робіт і надлишки явного тепла. Для роботи, що виконується в приміщеннях з незначними надлишками явного тепла оптимальні параметри: температура повітря $19 \dots 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$, відносна вологість не більше 75 %, швидкість руху повітря не більше 0,2 м / с. Параметри метеорологічних умов контролюються на місцях.

Оптимальна відносна вологість повітря на постійному робочому місці в приміщенні визначається в межах 40 %-60 %, що допускається до 75 %.

З ланцюгом видалення надлишкового тепла, а також видалення шкідливих забруднень повітря (газами, вологою, випарами, пилом та ін.). Або розведення їх до нешкідливої концентрації застосовується вентиляція приміщень.

Освітлення виробничих, допоміжних і навчальних приміщень може бути природним і штучним. Штучне освітлення буває загальне, місцеве і комбіноване. Вимоги до висвітлення: достатня освітленість робочих поверхонь, раціональне напрямок світла на них, відсутність різких тіней і відблисків на робочих місцях (поверхнях). Освітлення робочого місця відповідає встановленим нормам-один з важливих факторів сприятливих і безпечних умов праці. Роботодавець повинен забезпечити захист працівників від впливу шкідливих виробничих факторів.

Інженер працює в приміщенні розміром 8х6х3 м з комбінованим освітленням. Колір стелі і стін світло-бежевий. Розряд зорової роботи IVa. Нормативну освітленість ЄП вибираємо відповідно до норм СНиП II-4-79 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування» $E_{н} = 200 \text{ лк}$. Коефіцієнт відбиття стелі $K_{пот} = 0,5$, стін $K_{с} = 0,3$ і статі $K_{п} = 0,1$. Для освітлення використовуються люмінесцентні лампи типу ЛД в світильниках ЛДОР-02. Повітряне середовище без пилу і виділень, в приміщенні постійно перебувають люди.

Приймаємо коефіцієнт запасу $k_z = 1,3$ і коефіцієнт нерівномірності освітлення $Z = 1,1$ [15].

Розрахунок освітленості робочих місць зводиться до вибору системи освітлення, визначенню необхідного числа світильників, їхнього типу і розміщення. Виходячи з цього, розрахуємо параметри штучного освітлення. Як джерело штучного освітлення використовуємо люмінесцентні лампи, типу ЛД 40–2, світловий потік лампи $F_{\text{л}} = 3000$ лм.

Для визначення кількості світильників визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню, за формулою:

$$F = \frac{E_{\text{н}} \cdot k \cdot S \cdot z}{\eta}, \quad (6.1)$$

де F – сумарний світловий потік, лм;

$E_{\text{н}}$ – нормована мінімальна освітленість, лк ($E_{\text{н}} = 200$ лк);

S – площа приміщення, м^2 ;

k – коефіцієнт запасу, який враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

Він визначається в функції індексу приміщення і і коефіцієнтів відбиття стін $\rho_{\text{с}}$ і стелі $\rho_{\text{п}}$. Коефіцієнти $\rho_{\text{п}}$ і $\rho_{\text{с}}$ приймають від 70 до 100 %, для нашого випадку візьмемо $\rho_{\text{п}} = 60$ %; $\rho_{\text{с}} = 50$ %. Значення η визначимо з таблиці коефіцієнтів використання різних світильників.

Знаходимо індекс приміщення:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (6.2)$$

де S – площа приміщення, $S = 48$ м^2 ;

h – висота світильника над поверхнею робочого місця, $h = 2,5$ м;

A – довжина приміщення, $A = 8$ м;

B – ширина приміщення, $B = 6$ м;

Підставивши значення параметрів приміщення в формулу (6.2) отримаємо:

$$i = \frac{48}{2,5 \cdot (8 + 6)} = 1,22.$$

Знаючи індекс приміщення і тип світильника ЛДОР, з таблиці 1 [36, стор.62] знаходимо значення $\eta \approx 0,47$.

$h = 2,5$, висота підвісу світильників над рівнем робочої поверхні.

Висота робочої поверхні НРП = 0,8 м, висота підвісу світильників від стелі $H_{п} = 0,2$ м,

тоді $H_{р} = 3,5 - 0,8 - 0,2 = 2,5$ м.

Підставивши значення в формулу (6.1) отримаємо:

$$F = \frac{200 \cdot 1,4 \cdot 48 \cdot 1,1}{0,47} = 31455. \quad [\text{лм}]$$

Розрахуємо необхідну кількість ламп по формулі:

$$N = \frac{F}{F_{л}}, \quad (6.3)$$

де N – необхідна кількість ламп;

F – необхідний світловий потік,;

$F_{л}$ – світловий потік лампи, (ЛД – 40), $F_{л} = 3000$ лм.

Підставивши значення в (6.3) отримаємо:

$$N = \frac{31455}{3000} = 10,48 \text{ [шт].}$$

Приймаємо число ламп $N = 12$, при виборі типу світильників, керуємося економічністю і ергономічними характеристиками, вибираємо світильники типу ЛД. Кожен світильник комплектується двома лампами. Приймаємо число світильників 6 (два ряди по 3 світильника) [15].

Вентиляція є найбільш ефективним засобом для зниження концентрації шкідливих речовин (газів, парів, пилу), а також зниження тепла і вологи після вдосконалення технологічного процесу та обладнання. Основне призначення вентиляції – здійснення повітрообміну, який забезпечує видалення з робочого приміщення забрудненого або перегрітого повітря і подачу чистого повітря. Для забезпечення температурно–вологісного режиму і відповідної чистоти повітря в виробничих приміщеннях проводиться систематичний контроль стану повітряного середовища. При проектуванні та експлуатації систем вентиляції у виробничих будівлях керуються ГОСТ 12.1.005–76, СН 245–71 та СНиП II–33–75.

Гігієнічне нормування шуму (звукового тиску, рівня звуку) здійснюється згідно з ГОСТ 12.1.003–83, а вібрації по ГОСТ 12.1.012–78.

6.4 Заходи з пожежної безпеки

Система протипожежного захисту – сукупність організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних факторів пожежі та обмеження матеріальних збитків.

Заходи з пожежної безпеки спрямовані на забезпечення безпеки людей, запобігання пожежі, обмеження її розповсюдження, створення умов для швидкої локалізації вогнища пожежі.

Радіомонтажного приміщення згідно СНиП II-90-81 "Виробничі будівлі промислових підприємств" відносяться до категорії Д по пожежонебезпеці. З

огляду на високу вартість обладнання, обрані приміщення III ступеня вогнестійкості. Для запобігання утворенню горючого середовища передбачаються наступні заходи:

- використання спеціальних меблів для робочого місця, покриттів для підлоги з негорючих матеріалів (металеві стенди, кахель);
- складування легко займистих речовин (бензин, ацетон, лаки, фарби), а також спиртовмісних рідин в окремому пожежо-ізолюваному приміщенні.

Для відводу надлишкової теплоти служать системи вентиляції і кондиціонування повітря. Важлива підтримка в приміщеннях нормальної температури і чистоти повітря за допомогою кондиціонерів.

Виробничі приміщення повинні бути обладнані схемою електричної сигналізації з автоматичними датчиками комбінованого типу.

Надійним і швидким засобом повідомлення про пожежу є електрична пожежна сигналізація автоматичного або ручного дії. Ручні сигналізатори встановлюються поза межами приміщень на відстані 150 м, всередині приміщень – на відстані 50 м один від іншого.

У легкодоступному місці встановлені вогнегасники ОУ-2, ОУ-5. Для швидкої евакуації людей з виробничих приміщень, в разі пожежі, є запасна двері виходу, що відкривається назовні, і план евакуації на випадок пожежі, розташований на добре освітленому легкодоступному місці, наприклад на сходовому майданчику.

На підприємстві повинен бути встановлений відповідний протипожежний режим, у тому числі:

- можливість (місце) паління, застосування відкритого вогню та побутових нагрівальних приладів;
- порядок проведення тимчасових пожежонебезпечних робіт;
- місця для зберігання і допустима кількість сировини, напівфабрикатів та готової продукції, які можуть одночасно знаходитися у виробничих приміщеннях і на території;
- порядок відключення від мережі електрообладнання в разі пожежі;

- порядок огляду і закриття приміщень після закінчення роботи;
- порядок проходження посадовими особами навчання і перевірки знань з пожежної безпеки, а також проведення з працівниками протипожежних інструктажів та занять, по пожежно–технічному мінімумі з призначенням відповідальних за їх проведення;
- порядок організації експлуатації та обслуговування наявних-технічних засобів протипожежного захисту (протипожежного водопроводу, насосних станцій, вогнегасників, тощо);
- дії працівників у разі виявлення пожежі.

На випадок пожежі передбачені шляхи евакуації працюючих – проходи, проїзди, евакуаційні виходи, згідно ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». Евакуаційні виходи розташовуються розосереджено, а їх кількість в будівлі – не менше двох. При кількості працюючих в зміні до 50 осіб передбачений другий (запасний) вихід на зовнішні сходи.

Коридори і проходи, призначені для евакуації, мають можливо меншу довжину і мінімальна кількість поворотів. На всьому протязі проходу немає порогів або проміжних ступенів, згідно СНиП 2.09.02–85 * «Виробничі будівлі»

Важливу роль в забезпеченні безпечного виходу людей грає протидимна захист евакуаційних шляхів. У будинках заввишки до 9 поверхів незадимлену сходових клітин на час евакуації досягається їх ізоляцією від підвалів, горищ та поверхів. Для цього влаштовані відокремлені входи в підвали, вхід на сходову клітку з поверхів здійснюють черви тамбур – шлюз з підпором повітря, відокремлюють горища від сходових клітин перекриттями з негорючих матеріалів.

Для виявлення початкової стадії загоряння та оповіщення служб пожежної охорони використовуються системи автоматичної пожежної сигналізації (АПС). Крім того, вони можуть самостійно пускати в хід установки пожежогасіння, коли пожежа ще не досяг великих розмірів.

Системи АПС складаються з пожежних сповіщувачів, ліній зв'язку та прийомних пультів (станцій).

Ефективність застосування систем АПС визначається правильним вибором типу сповіщувачів та місць їх установки. При виборі пожежних сповіщувачів враховувалися конкретні умови їх експлуатації особливості приміщення і повітряного середовища, наявність пожежних матеріалів, характер водяного горіння, специфіка технологічного процесу і т.п.

Об'єкти будівлі, в якому знаходиться кімната, крім АПС обладнані установками стаціонарного автоматичного пожежогасіння. Найбільш доцільно застосовувати установки газового гасіння пожежі, дія яких заснована на швидкому заповненні приміщення вогнегасною газовим речовиною з різким зниженням вмісту в повітрі кисню.

6.5 Заходи щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях

Захист населення і продуктивних сил країни від зброї масового ураження, а також при стихійних лихах, виробничих аваріях – одна з найважливіших задач управління у справах цивільної оборони і надзвичайних ситуацій. Одним із шляхів вирішення цього завдання є створення на об'єктах економіки та в населених пунктах різних типів захисних споруд для укриття людей.

Захисні споруди можуть бути побудовані завчасно і за особливою вказівкою. Завчасно будують, як правило, окремо розташовані або вбудовані в підвальну частину будівлі споруди, розраховані на тривалий термін експлуатації. У мирний час передбачається можливість використовувати ці споруди в різних господарських цілях як побутові приміщення, навчальні класи, гаражі та ін. При цьому необхідно забезпечити можливість використання захисних споруд за прямим призначенням в найкоротші терміни.

В даний час ефективність захисту людей від сучасних засобів ураження залежить не тільки від готовності до прийому людей і технічної справності захисних споруд, оснащених складним устаткуванням, але і від підготовки персоналу з обслуговування захисних споруд. Обслуговуючий персонал захисних споруд повинен уміти в різних ситуаціях прийняти правильне рішення і виконати всі виникаючі при цьому проблеми.

Завдання планування, організації та забезпечення укриття людей покладені на відповідні служби сховищ і укриттів ГО. Вони повинні розробляти основні плануючі документи, розподіляти захисні споруди між цехами, відділами, службами об'єктів економіки, намітити маршрути підходу до притулках або укриттях, ознайомитися з порядком укриття всіх, хто ними буде користуватися. Перед складанням документів уточнюють місткість і захисні властивості споруд. При їх нестачі виявляють підвальні та інші приміщення, які можуть бути пристосовані під захисні споруди. Визначають місця для будівництва швидкокомтованих укриттів. У відповідно до чисельності населення розподіляються захисні споруди, при цьому враховують можливість їх швидкого заповнення людьми з довколишніх будинків. Головний принцип – мінімальний час на підхід до захисних споруд.

Для обслуговування захисних споруд на об'єкті створюються формування. Особовий склад цих формувань відповідає за підготовку споруди до прийому людей, організацію його заповнення, правильну експлуатацію під час перебування в ньому людей і за евакуацію їх з притулку в разі виходу його з ладу.

Захисні споруди цивільної оборони призначені для захисту людей від сучасних засобів ураження. Вони підрозділяються на притулку, протирадіаційні укриття і найпростіші укриття.

Сховища забезпечують найбільш надійний захист людей від ударної хвилі, світлового випромінювання, проникаючої радіації і радіоактивного

зараження при ядерних вибухах, від отруйних речовин і бактеріальних засобів, а також від високих температур і шкідливих газів у зонах пожеж.

Сучасні притулку – складні в технічному відношенні споруди, обладнані комплексом різних інженерних систем і вимірювальних приладів, які повинні забезпечити необхідні нормативні умови життєзабезпечення людей протягом розрахункового часу.

За місткості притулку можна умовно розділити на такі види: притулку малої місткості (150 – 600 чол.), Середньої місткості (600 – 2000 чол.), Великої місткості (понад 2000 чол.).

За місцем розташування притулку можуть бути вбудовані та окремо розташовані. До вбудованих відносяться притулку, розташовані в підвальних поверхах будівель, а до окремо стоїть – розташовані поза будівлями.

Крім того, під притулку можуть пристосовуватися заглиблені приміщення (підвали, тунелі), підземні виробки (шахти, рудники та ін.). Притулок складається з основного приміщення, кімнати матері і дитини, медичного пункту, шлюзових камер (тамбурів), фільтровентиляційні камери, санітарного вузла, має два виходи. Входи обладнуються захисно-герметичними дверима. Вбудований притулок, крім того, має мати аварійний вихід. В одному з входів передбачається приміщення (шлюз), яке забезпечує збереження захисних властивостей притулку при пропуску в нього людей після закриття інших входів. В отворах шлюзу встановлюють захисно-герметичні двері.

У сховищах застосовуються фільтровентиляційні установки з електричним або ручним приводом. За допомогою таких установок зовнішнє повітря очищається від радіоактивних, отруйних речовин і бактеріальних засобів і подається в притулок.

У притулок обладнуються системи водопостачання, каналізації, опалення та освітлення, встановлюються радіо і телефон. В основному приміщенні повинні бути лави для сидіння і нари для лежання. Люди в

відсіках розміщуються на місцях для сидіння $0,45 \times 0,45$ м на людину і для лежання на ярусах нар розміром $0,55 \times 1,8$ м на людину.

Місткість захисної споруди визначають виходячи з норми $0,5 \text{ м}^2$ у відсіку на одну людину. Висота приміщення повинна бути не менше 2,2 м, загальний об'єм повітря на людину – $1,5 \text{ м}^3$.

Кожний притулок має бути оснащений комплектом засобів для ведення розвідки на зараженій місцевості, інвентарем, включаючи аварійний, і засобами аварійного освітлення.

Необхідно постійно стежити за справністю обладнання сховищ.

Приведення захисних споруд у готовність.

Всі захисні споруди повинні містяться в постійній готовності до прийому людей. Притулку в мирний час використовуються під господарські потреби підприємства (склади речові, кабінет охорони праці, клас цивільної оборони та ін.). При приведенні захисних споруд в готовність виконуються підготовчі роботи. В першу чергу проводиться розчищення підходів до захисних споруд, встановлюються написи – покажчики і світлові сигнали "Вхід". Відкриваються всі входи і виходи для провітрювання приміщень. Видаляється з них все обладнання і майно, що зберігається в мирний час. Проводиться розконсервування інженерно-технічного обладнання. Перевіряється система вентиляції, опалення, водо- і енергопостачання, радіо і зв'язок, що відключають пристрої (крани, засувки, рубильники та ін.). Встановлюються нари, лавки, заповнюються водою питні бачки, закладаються продукти харчування з тридобовий запасом. Дизельна електростанція поповнюється з тридобовий запасом паливно-мастильних матеріалів. Одночасно перевіряється справність захисно-герметичних пристроїв (дверей, віконниць, воріт), притулку поповнюються необхідним інвентарем.

6.6 Висновки

Передбачені в лабораторії обладнаної персональними комп'ютерами з візуальними дисплейними терміналами заходи з охорони праці, виробничої санітарії, гігієни праці та пожежної безпеки забезпечують безпечні та комфортні умови праці персоналу.

Лабораторія спроектована і обладнана відповідно до СНиП 2.09.04–87. Все електрообладнання відповідає вимогам глави 7.1 «Правил устрою електроустановок». Заходи щодо забезпечення електробезпеки розроблено відповідно до ГОСТ 12.1.019-90 ССБТ «Електробезпека. Загальні вимоги » і ГОСТ 12.1.030-91 ССБТ« Електробезпека. Захисне заземлення, занулення ». Заходами щодо захисту від СВЧ і електромагнітних випромінювань є: зменшення випромінювання безпосередньо у джерела; раціональне розміщення СВЧ і УВЧ установок; екранування джерел випромінювання та робочих місць. Заходи з оздоровлення повітряного середовища плануються відповідно до значень оптимальних метеорологічних параметрів, встановлених ГОСТ 12.1.005–88 "ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони » і санітарними нормами ДСН 3.3.6–042–99« санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ». Передбачається очистка повітря, використовуваного для вентиляції. Вентиляція, охолодження і очищення повітря здійснюються побутовими кондиціонерами, встановленими в вікнах. Компенсація і видалення надлишкового тепла з лабораторії також досягається за допомогою використання засобів вентиляції і кондиціонування. Для захисту обслуговуючого персоналу лабораторії від шуму, згідно з ДСН 3.3.6.037–99 «санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» і ГОСТ 12.1.003–83 "ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки » виконуються наступні заходи: застосовується обробка корпусів обладнання шумопоглинаючими матеріалами; застосуванням засобів колективного та індивідуального захисту. Для захисту обслуговуючого персоналу лабораторії від вібрації, згідно з ДСН 3.3.6.039–

99 «Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації» і ГОСТ 12.1.012–90 "ССБТ. Вібраційна безпека. Загальні вимоги » виконуються наступні заходи: центрування обертових механізмів, а так само підтяжка болтових з'єднань; застосуванням засобів індивідуального та колективного захисту. Оскільки до рівня освітлення у кімнаті пред'являються високі вимоги, пов'язані з явним переважанням зорової інформації (до 90 % загального обсягу) при роботі з вимірювальною апаратурою та стендових обладнанням, передбачається використання як природного, так і штучного освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природньо и штучне освітлення ». На підставі вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила и норми роботи з візуальною дисплейної терміналами електронно–обчислювальних машин» розроблений комплекс заходів спрямований на поліпшення умов роботи з ВДТ. Розроблено план виробничого приміщення з комп'ютеризованими робочими місцями. А також розроблено цілий комплекс заходів щодо забезпечення протипожежної безпеки в лабораторії.

Передбачені заходи з цивільної оборони забезпечують стійку роботу об'єкта і безпеку персоналу в умовах надзвичайної ситуації.

ВИСНОВКИ

Результатом виконаної роботи слід признати наступне:

- виконано огляд літературних посилань по методам прослизань і виявлення помилок синхросигналів у повному об'ємі;
- згідно прийнятих рекомендацій розроблена структура блока корекції, яка дозволяє виключити прослизання синхросигналів в телекомунікаційних системах и відрізняється простотою схемного рішення.

Прийняті схемотехнічні рішення, запроваджений розрахунок структурної схеми, застосування сучасної елементної бази дозволили розробити блок корекції с достатньо високими технічними и експлуатаційними характеристиками, не поступаючими сучасним зарубіжним зразкам.

В економічній частині роботи показана достатня економічна ефективність даної розробки в порівнянні з закордонним аналогом синхронізатором TIR-15, випускаємий підприємством фірми А – TEN Technologies.

У розділі «Охорона праці» розроблені заходи електробезпеки, пожежної безпеки та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Шевкопляс Б.В. Вероятностная синхронизация в телекоммуникационных системах. Анализ инженерных решений: Справочник [Текст] / Б.В. Шевкопляс. – М.: Эко-Трендз, 2008. – 168 с.
2. Шевкопляс Б.В. Микропроцессорные структуры. Инженерные решения: Справочник [Текст] / Б.В. Шевкопляс. – М.: Радио и связь, 1990. – 512 с.
3. Прокис Дж. Цифровая связь [Текст] / Дж. Прокис, под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. – 459 с.
4. Сухман С.М. Синхронизация в телекоммуникационных системах. Анализ инженерных решений: справочник [Текст] / С.М. Сухман, А.В. Бернов, Б.В. Шевкопляс. – М.: ЭкоТрендз, 2003. – 260 с.
5. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника [Текст] / Е.П. Угрюмов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 528 с.
6. Иванов В.И. Цифровые и аналоговые системы передачи: учебник для вузов [Текст] / В.И. Иванов, В.Н. Гордиенко, Г.Н. Попов; под ред. В.И. Иванова. – М.: Горячая линия-Телеком, 2003. – 232с.
7. Уайндер С. Справочник по технологиям и средствам связи [Текст] / С. Уайндер. – М.: Мир, 2000. – 429 с.
8. Головин О.В. Радиоприемные устройства: учебник для техникумов [Текст] / О.В. Головин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2002. – 384 с.
9. Изьюрова Г.И. Расчет электронных схем. Примеры и задачи: учебн . пособие для вузов [Текст] / Г.И. Изьюрова, Г.В. Королев, В.А. Терехов и др. – М.: Высш. Школа, 1987. – 335 с.
10. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств [Текст] / Г.И. Волович. – М.: Изд. Дом «Додэка – ХХ1», 2007. – 528 с.
11. Якубовский С.В. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. Справочник [Текст] / С.В. Якубовский, Л.И. Ниссельсон,

В.И. Кулешова и др.; под ред. С.В. Якубовского. – М.: Радио и связь, 1990. – 496 с.

12. Дьяконов В.П. Matlab. Анализ, идентификация и моделирование систем: специальный справочник [Текст] / В.П. Дьяконов, В.С. Круглов. – СПб.: Питер, 2002.– 448 с.

13. Дьяконов В. П. Matlab 6/6.1/6.5+Simulink 4/5. Основы программирования: Руководство пользователя [Текст] / В.П. Дьяконов. – М.: Солон-Пресс, 2002. – 768 с.

14. Гольденберг Л.М. Теория и расчет импульсных устройств на полупроводниковых приборах [Текст] / Л.М. Гольденберг. – М.: Связь, 1969. – 755 с.

15. Дуднік Г.І. Методичні вказівки до дипломного проектування розділу “Охорона праці” [Текст] / Г.І. Дуднік, В.П. Прохненко, А.А. Потуремець, А.О. Писарський, О.В. Коваленко, О.М. Савчук. – Запоріжжя: ЗДТУ, 2000. – 60 с.

16. Касьян Є.М. Методичні вказівки до економічного обґрунтування дипломних проектів для студентів спеціальності 7.090701 “Радіотехніка “ [Текст] / Є.М. Касьян, Т.А. Антоненко, Л.М. Біла. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2002 – 30 с.

17. Губський А.І. Цивільна оборона: підручник для студентів вузів [Текст] / А.І. Губський. – К.: Міністерство освіти, 1995. – 216 с.

18. Бойко В.И. Схемотехника электронных систем. Цифровые устройства [Текст] / В.И. Бойко, А.Н. Гуржий, В.Я. Жуйков, А.А.Зори, В.М. Спивак, В.В. Багрий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.

19. Кобевник В.Ф. Охрана труда [Текст] / В.Ф. Кобевник. – К.: Выща школа, 1990. – 286 с.

20. Коханов А.Б. Технология синхронного детектирования сигналов / А.Б. Коханов // Известия вузов. Радиоэлектроника. – 2007. – Т.50, №11. – С. 14-25.

21. Avivi R. Adaptive Spur Cancellation Technique in All-Digital Phase-Locked Loops / R. Avivi, M. Kerner, E. Shumaker et al. // IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs. – 2017.– Vol. 64, p. 11.

22. Перельман Б.Л. Новые транзисторы. Справочник [Текст] / Б.Л. Перельман, В.М. Петухов. – М.: «Солон», «Микротех», 1996. – 272 с.