

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Автоматики і комп'ютеризованих технологій
(повна назва)
Кафедра Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
(повна назва)

АТЕСТАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Автоматизація ТП контролю з використанням зовнішніх генераторів сигналів
стандартних та довільних форм хвилі
(тема)

Виконав: студент 2 курсу, гр. ІТМРТм-19-1
Орехов Іван Олександрович
(прізвище, ініціали)

Спеціальність
172 Телекомунікації та радіотехніка
освітньої програми 8.05090203 Інтелектуальні
технології мікросистемної радіоелектронної техніки
(код і повна назва напрямку)

Тип програми освітньо-професійна
(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Янушкевич Д.А.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту
зав. кафедри

(підпис)

Невлюдов І.Ш.
(прізвище, ініціали)

Харків 2020

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет	Автоматики і комп'ютеризованих технологій
Кафедра	Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та мехатроніки
Рівень вищої освіти	другий (магістерський)
Спеціальність	172 Телекомунікації та радіотехніка
Тип програми	освітньо-професійна
Освітня програма	8.05090203 Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки
	(код і повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)
« _____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові _____ Орехову Івану Олександровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Автоматизація ТП контролю з використанням зовнішніх генераторів сигналів стандартних та довільних форм хвилі
затверджена наказом по університету від 02.11. 2020 р. № 1508 Ст
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 17.12. 2020 р.
3. Вихідні дані до роботи АРМ для контролю параметрів операцій АТП з зовнішнім генератором сигналів довільної форми.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити)
4.1 Вступ
4.2 Аналіз сучасних генераторів сигналів довільної форми хвилі
4.3 Обґрунтування необхідності виконання об'єктивного контролю
4.4 Реалізація автоматизації процесу об'єктивного контролю
4.5 Програмне забезпечення АТП дистанційного тестування
4.6 Охорона праці
4.7 Висновки і перелік джерел посилання

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (слайдів) Демонстраційний матеріал представлений у форматі презентації PowerPoint (*.ppt) – 14с. формату А4

6. Консультанти розділів роботи (п.6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п.1)

Найменування розділу	Керівник (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання	26.10.2020	Виконано
2	Аналіз вихідних даних та літератури за темою атестаційної роботи	02.11.2020	Виконано
3	Огляд та аналіз параметрів генераторів	06.11.2020	Виконано
4	Постановка мети та задач дослідження	10.11.2020	Виконано
5	Планування дослідів, опис складових	19.11.2020	Виконано
6	Проведення дослідів та формування висновків відносно нього	26.11.2020	Виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	04.12.2020	Виконано
8	Подача атестаційної роботи до екзаменаційної комісії	17.12.2020	Виконано

Дата видачі завдання

26.10. 2020

Студент

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Орехов І.О.

(прізвище, ініціали)

доц. Янушкевич Д.А.

(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 88 с., 1 табл., 20 рис., 2 дод., 17 джерел.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ, ОБ'ЄКТИВНИЙ КОНТРОЛЬ, ОПЕРАЦІЇ ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ, ГЕНЕРАТОРИ, КЛАСИФІКАЦІЯ ГЕНЕРАТОРІВ.

Об'єкт дослідження – операції об'єктивного контролю з використанням зовнішніх генераторів сигналів різних форм хвилі.

Предмет дослідження – автоматизація процесів у виробництві.

Мета магістерської атестаційної роботи – запропонування методів використання зовнішніх генераторів в якості технічних засобів здійснення операцій об'єктивного контролю при виконанні операцій АТП.

Методи дослідження – теоретичне обґрунтування вирішення задач автоматизації; розробка порядку та способів використання зовнішніх генераторів з підбором програмних засобів для здійснення операцій ОК; економічне обґрунтування здійснення операцій ОК; пропозиції щодо впровадження на підприємствах.

У магістерській атестаційній роботі досліджено порядок та способи проведення операцій об'єктивного контролю з використанням генераторів сигналів для здійснення правильності та послідовності операцій АТП.

Для цього проведений теоретичний аналіз обґрунтування необхідності проведення операцій ОК АТП та підбір генераторів сигналів і програмних засобів для здійснення цього контролю.

На основі проведеного дослідження було розроблено та запропоновано для впровадження у промисловість порядок та способи проведення операцій об'єктивного контролю.

ABSTRACT

Explanatory note 88 pages, 20 figures, 1 table, 2 additions, 17 sources.

AUTOMATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS, OBJECTIVE CONTROL, OBJECTIVE CONTROL OPERATIONS, GENERATORS, CLASSIFICATION OF GENERATORS.

The object of research is objective control operations using external signal generators of various waveforms.

The subject of the research is automation of processes in production.

The purpose of the master's certification work is to propose methods for using external generators as technical means of performing objective control operations when performing ATP operations.

Research methods-theoretical justification for solving automation problems; development of the procedure and methods for using external generators with the selection of software tools for performing OC operations; economic justification for implementing OC operations; proposals for implementation at enterprises.

In the master's certification work, the procedure and methods for conducting objective control operations using signal generators to implement the correctness and sequence of ATP operations are studied.

For this purpose, a theoretical analysis of the justification for the need to conduct OC ATP operations and the selection of signal generators and software tools for this control was carried out.

Based on the conducted research, the procedure and methods for conducting objective control operations were developed and proposed for implementation in the industry.

ЗМІСТ

Перелік скорочень та умовних позначок.....	8
Вступ.....	9
1 Аналіз сучасних генераторів сигналів довільної форми хвилі	11
1.1 Призначення, класифікація та характеристика генераторів.....	11
1.1.1 Класифікація генераторів сигналів.....	12
1.1.2 Свіпірування за частотою.....	16
1.1.3 Генератори аналогових і змішаних сигналів. Типи генераторів аналогових і змішаних сигналів. Генератори сигналів довільної форми	16
1.1.4 Генератори сигналів довільної форми і стандартних функцій (FG).....	17
1.2 Принципи побудови та класифікація сигналів генераторів	22
1.2.1 Синусоїдальні сигнали	24
1.2.2 Меандри і прямокутні сигнали.....	24
1.2.3 Пилкоподібні і трикутні сигнали.....	25
1.2.4 Перепади й імпульси.....	26
1.2.5 Складні сигнали.....	26
1.3 Призначення та задачі об'єктивного контролю	28
1.4 Технічні засоби об'єктивного контролю	29
1.5 Загальний порядок виконання операцій об'єктивного контролю	33
1.6 Висновки по розділу I	34
2 Обґрунтування необхідності виконання об'єктивного контролю АТП.....	35
2.1 Обґрунтування необхідності виконання об'єктивного контролю при здійсненні операцій АТП.....	35
2.2 Методи проведення ОК.....	41
2.3 Особи, які здійснюють операції об'єктивного контролю та їх функції.....	42
2.4 Результати проведення об'єктивного контролю	47
2.5 Автоматизація технологічних процесів.....	50
2.6 Висновки по розділу 2.....	54

3. Реалізація автоматизації процесу об'єктивного контролю.....	56
3.1 Розробка структурної схеми процесу проведення ОК з використанням зовнішнього генератору в АТП сучасного виробництва	56
3.1.1 Розробка структурної схеми АТП виготовлення друкованих плат....	56
3.1.2 Структурна схема засобів об'єктивного контролю з зовнішнім генератором для АТП виготовлення друкованих плат.....	57
3.2 Характеристика наслідків при відсутності проведення операцій об'єктивного контролю.....	58
3.3 АРМ для спеціаліста з проведення операцій ООК та порядок розрахунку їх кількості.....	62
3.4 Економічна ефективність застосування операцій ОК на виробництві.....	64
3.5 Висновки по розділу 3.....	70
4. Програмне забезпечення автоматизованого процесу дистанційного тестування.....	71
4.1 Розробка програмного продукту.....	71
4.2 Експеримент	73
4.3 Висновки по розділу 4.....	76
5. Охорона праці.....	77
5.1 Правила роботи за комп'ютером.....	77
5.2 Правила поведінки при роботі з електричним струмом.....	79
5.3 Пожежна безпека в приміщенні.....	81
Висновки.....	83
Перелік джерел посилання.....	84
Додаток А Тест програми експерименту.....	86
Додаток Б Демонстраційний матеріал у вигляді презентації.....	88

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАК

АПЧ – автоматичне підстроювання частоти;
АТП – автоматизований технологічний процес;
АРМ – автоматизоване робоче місце;
АСК – автоматизація систем керування;
АМ – амплітудна модуляція;
ГЗЗ – генератор з зовнішнім збудженням;
ЗЕ – загальний емітер;
ЗВ – загальний виток;
ІС – інформаційна система;
МПК – мікропроцесорні контролери;
ОК – об’єктивний контроль;
ООК – операції об’єктивного контролю;
ОС – операційна система;
ПЗ – програмне забезпечення;
ПК – персональний комп’ютер;
ППР – проект підприємства робіт;
САР – системи автоматичного регулювання;
СДФ – сигнали довільної форми;
ТЗ – технічні засоби;
ФМ – фазова модуляція;
ФНЧ – фільтр нижніх частот;
ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач;
ЧМ – частотна модуляція;
ШІМ – широтно-імпульсна модуляція.

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку науково-технічного прогресу найважливішим фактором для стабільності виробництва є подальша автоматизація складних операцій технологічних процесів. Тобто галузі виробництва стають більш технологічними та високоточними, термін виконання операцій мінімальний, а кількість операцій максимальна. При цьому порядок та тривалість виконання операцій постійно змінюється. Тому необхідно здійснювати постійний контроль за правильністю та послідовністю виконання операцій АТП і тому виконання цієї задачі є актуальною проблемою виробництва.

Актуальність теми магістерської атестаційної роботи є розробка та запропонування у промисловість здійснення постійного об'єктивного контролю з використанням зовнішніх генераторів різних форм сигналів та призначення. Несвоєчасне здійснення операцій ОК приводить до збоїв або зовсім до зупинки виконання технологічних операцій АТП, що впливає на працездатність виробничого обладнання, збільшення витратної частини АТП та безпеку працівників. Тобто вихідними даними запропонованої роботи є стан, порядок та параметри виконання операцій АТП.

Мета дослідження – запропонування методів використання зовнішніх генераторів в якості технічних засобів здійснення операцій об'єктивного контролю при виконанні операцій АТП.

Предмет дослідження – автоматизація процесів у виробництві.

Об'єкт дослідження – операції об'єктивного контролю з використанням зовнішніх генераторів сигналів різних форм хвилі.

Методи досліджень:

- теоретичне обґрунтування вирішення задач автоматизації;
- розробка порядку та способів використання зовнішніх генераторів з підбором програмних засобів для здійснення операцій ОК;
- економічне обґрунтування здійснення операцій ОК;

– пропозиції що до впровадження на підприємствах.

Практична цінність – результатами дослідження є розроблений тестовий програмний продукт, який був представлений на підприємстві «Харків-Прилад» та рекомендований для подальшого впровадження.

Елементи наукової новизни дослідження – це подальше розширення та впровадження автоматизації промислових процесів з метою підвищення економічної ефективності та зниження травмонебезпеки виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання дослідження:

- визначити та вибрати технічні засоби для здійснення операцій ОК;
- визначити та вибрати методи ОК;
- підготувати фахівців, які виконують операції ОК;
- розробити тестове програмне забезпечення для здійснення операцій ОК;
- здійснити розрахунок економічної ефективності здійснення операцій ОК;
- оформити пояснювальну записку згідно з рекомендаціями [1], та вимогами ДСТУ 3008:2015 [2].

Апробація результатів роботи має одну тезу доповідей, підготовлених за матеріалами роботи, один виступ на науково-практичній конференції «Міжнародна науково-практична інтернет-конференція «Розвиток освіти, науки та бізнесу: результати 2020» ».

Також атестаційна робота обов’язково повинна мати елементи новизни, що передбачає використання поряд з відомими підходами нових або вдосконалених методів аналізу, побудови моделей об’єктів автоматизації, сучасної методології експериментальних досліджень, алгоритмів та програмних реалізацій і таке інше.

1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ГЕНЕРАТОРІВ СИГНАЛІВ ДОВІЛЬНОЇ ФОРМИ ХВИЛІ

1.1 Призначення, класифікація та характеристика генераторів

Генератором сигналів називають пристрій, який генерує сигнали, використовувані як сигнали, що впливають в ході вимірювань параметрів електронних пристроїв. Більшості схем потрібен вхідний сигнал зі змінною в часі амплітудою. Такий сигнал може бути істинним біполярним сигналом змінного струму (пікові значення якого поперемінно піднімаються вище або опускаються нижче нульового рівня) або він може коливатися щодо деякого рівня постійної напруги (позитивного або негативного). Форма сигналу може являти собою синусоїду або іншу періодичну функцію, цифровий імпульс, двійкову послідовність або повністю довільну форму. Генератор сигналів може створювати «ідеальні» сигнали або додавати до сигналу відомі спотворення (або помилки) потрібної величини і типу. Ця можливість є однією з головних переваг генератора сигналів, оскільки часто неможливо створити передбачувані спотворення в потрібному місці і в потрібний час за допомогою самої досліджуваної схеми. Реакція досліджуваного пристрою на ці спотворення демонструє його здатність працювати в несприятливих умовах, що виходять за межі нормального режиму.

Зазвичай під сигналом «змінного струму» розуміється сигнал, що набуває позитивних і негативних значень щодо рівня 0 В і, отже, змінює напрямок струму один раз за період. Проте в даному документі під змінним струмом розуміється будь-який сигнал, що змінюється, незалежно від його прив'язки до нульового рівня. Наприклад, сигнал, що коливається між рівнями +1В і +3В, вважається сигналом змінного струму, незважаючи на те, що струм завжди тече в одному і тому ж напрямку. Більшість генераторів можуть генерувати сигнали, які

коливаються щодо нульового рівня (істинні сигнали змінного струму), або сигнали зі зміщенням (з постійною складовою).

Більшість сучасних генераторів спирається на цифрові технології. Багато хто з них задовольняють і цифровим, і аналоговим вимогам, хоча найбільш ефективним зазвичай є рішення, можливості якого оптимізовані для розв'язуваної задачі – аналогової або цифрової. Генератори сигналів довільної форми (СДФ) і стандартних функцій призначені в першу чергу для створення аналогових і змішаних сигналів. Для створення і зміни сигналів практично будь-якої форми ці прилади використовують метод дискретизації. Зазвичай такі генератори мають від 1 до 4 виходів. У деяких СДФ ці головні аналогові виходи доповнюються окремими виходами маркерів (для полегшення синхронізації із зовнішніми приладами) і синхронними цифровими виходами, на які послідовно виводяться вибірки сигналу в цифровій формі. Генератори цифрових сигналів (логічні джерела) включають два класи приладів. Імпульсні генератори створюють потік прямокутних сигналів або імпульсів на невеликому числі виходів, зазвичай з дуже високою частотою. Як правило, ці прилади використовуються для випробувань високошвидкісного цифрового обладнання. Генератори цифрових послідовностей, відомі також як генератори даних, зазвичай створюють 8, 16 і більше синхронних потоків імпульсів як сигналів, що впливають, для подачі на шини комп'ютерів, цифрових телекомунікаційних пристроїв [3].

1.1.1 Класифікація генераторів сигналів

Пристрої, що генерують електричні сигнали, набули широкого розповсюдження в різних галузях науки і техніки: для вимірювання частотних характеристик підсилювачів і налаштування радіоприймачів і та ін. Генератори всіх типів складаються в основному з трьох частин: генератора, що задає, який є джерелом коливальних; підсилювача потужності, що забезпечує вихідний сигнал; кола зворотнього зв'язку для передачі частини енергії з виходу підсилювача знову на вхід з метою компенсації втрат в схемі генерації. Якщо коефіцієнт

підсилення дорівнює G , а коефіцієнт зворотнього зв'язку α , то для генерації треба, щоб виконувались дві умови, що мають назву умов Баркгаузена: підсилення $G\alpha$ в колі зворотнього зв'язку повинне дорівнювати одиниці, а фазовий зсув між вхідною напругою і напругою зворотнього зв'язку повинен дорівнювати нулю. Підсилювач з непарною кількістю каскадів дає фазовий зсув 180° , тому коло зворотнього зв'язку теж повинне забезпечувати фазовий зсув 180° на частоті генерації.

Класифікація генераторів:

- низькочастотні RC-генератори;
- високочастотні LC-генератори;
- генератори з п'єзокристаличними, кварцевими й електромеханічними резонаторами;
- генератори, що формують синусоїдальні сигнали з трикутних сигналів шляхом їх плавного обмеження;
- генератори, що реалізують цифрові методи синтезу синусоїдальних сигналів.

Розглянемо більш детально особливості кожного з них:

- RC-генератори використовуються для генерації наднизьких і низьких частот, а також радіочастот приблизно до 2-5 МГц. Як правило, модуляція у таких генераторів не використовується – за винятком деяких моделей з частотою генерованих сигналів вище 100 кГц;
- на високих частотах (від десятків кілогерц (кГц) до сотень мегагерц (МГц) і вище) застосовуються LC-генератори на основі високодобротних LC-контурів. Частота контуру (послідовного або паралельного), на якій фазовий зсув дорівнює 0, зазвичай дуже близька до резонансної частоти ідеального послідовного LC-контура;
- генератори зі кварцевою стабілізацією (або кварцеві генератори) використовують як п'єзоелектричний резонатор у вигляді пластини з кварцу з металізованими поверхнями. Нині ряд фірм випускає такі резонатори на частоті від декількох кілогерц (кГц) до сотень мегагерц (МГц). Але найбільш поширені

кварцові резонатори з частотами від десятків кілогерц (кГц) до десятків мегагерц (МГц) (рисунк 1.1);

– генератори імпульсів знаходять дуже широке застосування як джерела несинусоїдальних сигналів. Вони необхідні для тестування і налагодження імпульсних систем, наприклад, радіолокаторів і цифрових систем, пристроїв різного призначення. Вимірювальні генератори імпульсів повинні виробляти імпульси, які, по можливості, близькі до імпульсів ідеальної форми;

– генератори телевізійних сигналів призначені для створення складних імпульсних сигналів, що забезпечують побудову на екрані телевізійних приймачів різних текстових зображень – від зображення шахового поля до тестової заставки. Ці сигнали містять не тільки імпульсні випробувальні сигнали, але і стандартні імпульси синхронізації телевізійних приймачів і моніторів. Це дозволяє оцінювати ступінь геометричних спотворень екрана, роботу синхронізації і колірних систем. Можлива оцінка геометричного розділення зображення і перевірка тракту звукового супроводу.

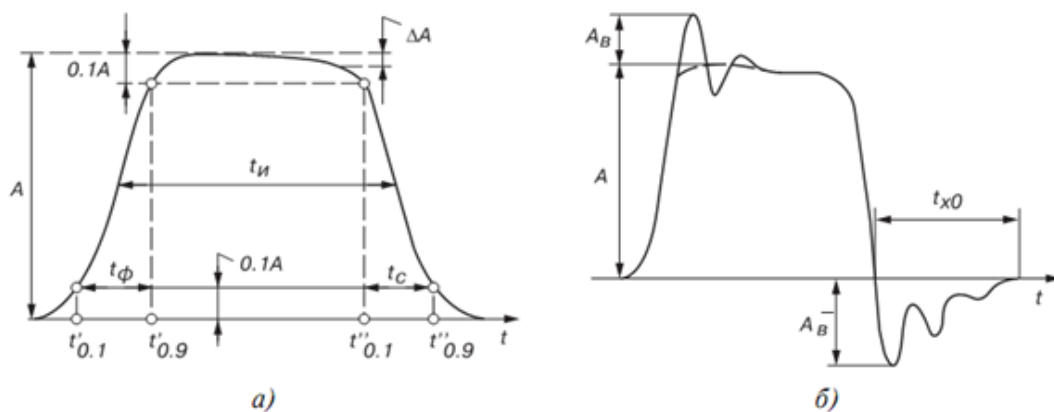


Рисунок 1.1 – Форма реального імпульсу без коротких викидів (а) і з такими викидами (б)

Розрізняють генератори гармонійних коливань в низькочастотному діапазоні (від часток герца до 1 МГц) і високочастотні (від 100 кГц до 500 МГц).

Генератори гармонійних коливань як у звуковому, так і у високочастотному діапазоні мають назву генераторів, що задають, і

забезпечують генерацію на виході високостабільної фіксованої частоти. Імпульсні генератори і генератор прямокутних імпульсів (меандрів) також зберігають форми хвилі з великою точністю. В меандрах коефіцієнт заповнення дорівнює 50 %, а в імпульсних генераторах його можна змінювати.

Генераторами сигналів найчастіше називають модулюючими пристроями. Генератори функцій забезпечують на виході сигнали різної форми: синусоїдальної, прямокутної, імпульсної, трикутної.

У загальному випадку генератори сигналів можна розділити на генератори змішаних сигналів (генератори сигналів довільної форми і генератори сигналів довільної форми і стандартних функцій) та джерела логічних сигналів (генератори імпульсів і цифрових послідовностей). Кожен з цих типів має певні переваги, які роблять його більш-менш прийнятним для тих чи інших додатків. Генератори змішаних сигналів призначені для створення сигналів з аналоговими характеристиками. Такі сигнали простягаються від суто аналогових, таких як синусоїди і трикутники, до меандрів, які володіють скругленнями і спотвореннями, що є невід'ємною особливістю реальних сигналів. Універсальні генератори змішаних сигналів дозволяють управляти амплітудою, частотою і фазою сигналу, а також постійним зміщенням і тривалістю фронтів і спадів. За допомогою таких генераторів можна створювати спотворення, додавати джитер фронтів, модуляцію і багато іншого. Генератори цифрових сигналів використовуються для подачі сигналів на цифрові системи, їх вихідними сигналами є послідовності двійкових імпульсів. Спеціалізовані джерела цифрових сигналів не володіють можливістю генерувати синусоїдальні або трикутні сигнали. Функції джерел цифрових сигналів оптимізовані для роботи з комп'ютерними шинами і аналогічними додатками. Ці функції можуть включати програмні засоби для швидкої розробки цифрових послідовностей, а також апаратні засоби, такі як пробники для узгодження рівнів логічних елементів різних серій. Як уже пояснювалося, практично всі сучасні високопродуктивні генератори сигналів, від генераторів стандартних функцій до генераторів сигналів довільної форми і генераторів цифрових послідовностей, засновані на

цифровій технології, що забезпечує гнучке програмування і виняткову точність [4].

1.1.2 Свіпірування за частотою

Вимірювання частотних характеристик електронного пристрою породжує потребу в «свіп» синусоїдальному сигналі – сигналі, частота якого змінюється за певним законом за певний період часу. Зміна частоти може відбуватися лінійно і виражатися в «герцах в секунду» або логарифмічно і виражатися в «октавах в секунду». Багатофункціональні свіп-генератори підтримують свіпірування (качання частоти в усьому спектрі частот) з обраною початковою частотою, частотою утримання, кінцевою частотою і відповідними інтервалами (рисунок 1.2) . Крім того, генератор виробляє синхронний зі свіпіруванням сигнал запуску, який можна використовувати для управління осцилографом, що вимірює вихідний відгук досліджуваного пристрою.

Даний тип генератора має на виході сигнал, частота якого пробігає весь частотний діапазон.

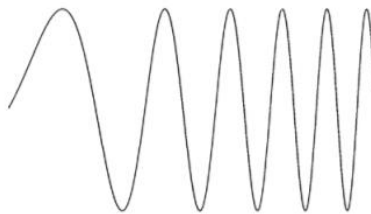


Рисунок 1.2 – Синусоїдальний сигнал зі свіпіруванням за частотою

1.1.3 Генератори аналогових і змішаних сигналів. Типи генераторів аналогових і змішаних сигналів. Генератори сигналів довільної форми

Історично склалося так, що завдання створення різних сигналів виконують окремі спеціалізовані генератори сигналів – від генераторів надчистих аудіосигналів до багатогігерцових генераторів радіочастотних сигналів. І хоча існує безліч приладів, що серійно випускаються, найчастіше користувачеві для вирішення поставлених перед ним завдань доводиться допрацьовувати існуючий генератор або самому виготовляти спеціалізований генератор. Проектування

вимірювального генератора – дуже складне завдання і, звичайно, час, витрачений на розробку додаткового обладнання, віднімається з самого проекту.

До основних параметрів генератора відносяться такі параметри:

- частотний діапазон приладу – лабораторні прилади працюють в діапазоні від 0,00005 Гц до 50 МГц, але весь діапазон не перекривається жодним приладом;
- вихідна потужність або вихідна напруга повинні задовольняти вимогам експлуатації.
- вихідний повний опір генератора – в багатьох генераторах використовується трансформаторний зв'язок, що забезпечує збалансований ізольований вихід;
- роздільна здатність шкали приладу й її точність характеризують, наскільки точно можна налаштувати генератор на задану частоту, а також наскільки вихідні частота і амплітуда відповідають відлікам шкали;
- стабільність частоти генератора – це міра його здатності підтримувати обрану частоту впродовж заданого періоду часу;
- стабільність амплітуди – характеризує змінення амплітуди генеруючого сигналу у часі при фіксованому налаштуванні;
- коефіцієнт гармонік – вказує, в якій мірі форма вихідних коливань близька до синусоїдальної.

Технологія дискретизації і обробки сигналу дала рішення, що дозволяє розв'язати практично будь-яке завдання за допомогою одного єдиного приладу – генератора сигналів довільної форми. Генератори сигналів довільної форми можна поділити на генератори сигналів довільної форми і стандартних функцій (FG) і генератори сигналів довільної форми (СДФ) [5].

1.1.4 Генератори сигналів довільної форми і стандартних функцій (FG)

Генератор FG призначений для розв'язання широкого спектра завдань і на сьогоднішній день генератори цього типу є найбільш поширеними. Характеризуються здатністю формувати декілька різних видів сигналів і

гнучкістю. Вони генерують три види вихідних сигналів: гармонійні, прямокутні, трикутні в частотному діапазоні 1-50 МГц; деякі генератори функцій можуть також генерувати імпульси.

Зазвичай такий прилад пропонує менше можливостей щодо зміни сигналу, ніж аналогічний СДФ, але володіє чудовою стабільністю і швидким відгуком на зміну частоти. Якщо досліджуваному пристрою необхідна синусоїда і меандр (не кажучи вже про інші сигнали) і можливість майже миттєвого перемикання між двома частотами, то вирішити це завдання можна за допомогою FG. Іншою перевагою FG є низька ціна, що робить його дуже привабливим для додатків, що не вимагають гнучкості СДФ. У FG і СДФ є багато спільних рис, хоча за конструкцією FG є більш спеціалізованим приладом. FG володіє унікальними перевагами: він створює стабільні сигнали стандартних функцій – зокрема, широко застосовуються синусоїди і меандри – володіють високою точністю і швидко перебудовувані за частотою. Швидка перебудова означає можливість швидкого і чистого переходу з однієї частоти на іншу. Структурна схема генератора функцій наведена на рисунку 1.3.

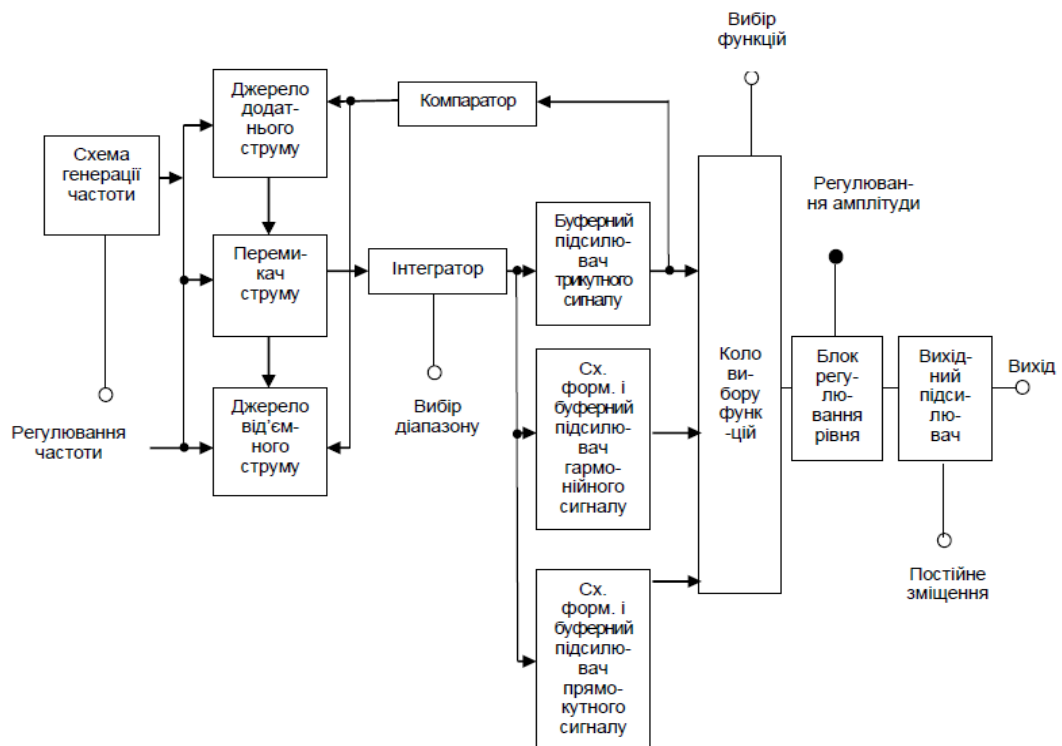


Рисунок 1.3 – Структурна схема генератора функцій

Більшість FG пропонує набір таких широко використовуваних сигналів і функцій:

- синусоїдальний сигнал;
- меандр;
- трикутний сигнал;
- свіпірування;
- імпульс;
- лінійне наростання;
- модуляція;
- гаверсинус.

І хоча СДФ теж можуть генерувати всі ці сигнали, сучасні FG забезпечують поліпшене керування фазовими, частотними та амплітудними характеристиками вихідного сигналу. Крім того, багато FG дозволяють модулювати сигнал внутрішнім або зовнішнім джерелом, що дуже важливо для деяких типів тестування на відповідність стандартам. Старі моделі FG для створення вихідних сигналів використовували аналогові, задають генератори з подальшою обробкою сигналу. Останні моделі FG використовують технологію прямого цифрового синтезу (DDS) тактової частоти, з якою вибірки сигналу витягуються з пам'яті. Вихід фазового акумулятора використовується як тактова частота для пам'яті сигналів. Робота цього приладу дуже нагадує роботу СДФ, за тим винятком, що пам'ять сигналів містить зазвичай лише кілька базових сигналів, таких як синус і меандр. Аналогова вихідна «ланцюг» звичайно являє собою фіксований фільтр нижніх частот, який забезпечує надходження на вихід тільки запрограмованої корисної частоти (пригнічуючи проникнення тактової частоти).

Функціональними генераторами прийнято називати генератори декількох функціональних залежностей (сигналів), наприклад, прямокутних, трикутних і синусоїдальних, формованих з однієї, перебудовуваної в досить широких межах частоти. Різноманітність форм сигналів розширює сфери застосування таких генераторів і дозволяє використовувати їх для тестування, налагодження і дослідження найрізноманітнішої електронної апаратури.

На відміну від RC і LC генераторів функціональні генератори є більш широкодіапазонними – відношення максимальної частоти генерації до мінімальної у них нерідко порядку 10^5 - 10^6 і вище. Найбільш часто функціональні генератори використовуються при налагодженні ВЧ, НЧ і наднизькочастотних пристроїв. У НВЧ діапазоні частот ці пристрої не використовуються, за винятком застосування як джерел, що модулюють сигнали.

Функціональні генератори поділяються на два широких класи:

- аналогові функціональні генератори на основі інтегратора аналогових сигналів у вигляді прямокутних імпульсів (меандра);
- цифрові функціональні генератори на основі дискретних (цифрових) інтеграторів.

Крім простоти реалізації, аналогові функціональні генератори мають одну незаперечну перевагу перед їх цифровими побратимами – відсутність сходинки на ділянках зростання і спаду пилоподібної і синусоїдальної вихідних напруг. Це особливо важливо, якщо необхідно отримати похідну від вихідної напруги генератора. У цьому випадку сходинки неприпустимі, оскільки при переході від однієї сходинки до іншої похідна спрямовується до дуже великих значень.

Для реалізації аналогового інтегрування застосовують пристрої заряджання-розряджання конденсатора постійним струмом і схеми зі 100 % негативним зворотним зв'язком (ємнісні інтегратори на інтегруючих підсилювачах постійної напруги).

Аналогові функціональні генератори набули поширення після розробки високоякісних інтегральних операційних підсилювачів, на яких стала можлива побудова прецизійних інтеграторів. Вони і складають основу функціональних генераторів. На жаль, максимальна частота у таких генераторів зазвичай не перевершує 1-3 МГц і обмежена частотними властивостями застосовуваних операційних підсилювачів. Функціональні генератори на основі заряджання-розряджання конденсатора з однією заземленою обкладкою реалізують максимальні частоти до 20-30 МГц, а в окремих унікальних (лабораторних) розробках – до 50 МГц.

Розглянемо особливості організації параметрів сигналів різної форми за допомогою генератора функцій. Зовнішній вигляд панелі генератора функцій FG-30 PINTEK наведено на рисунку 1.4.

На рисунку 1.4 наведені такі позначки:

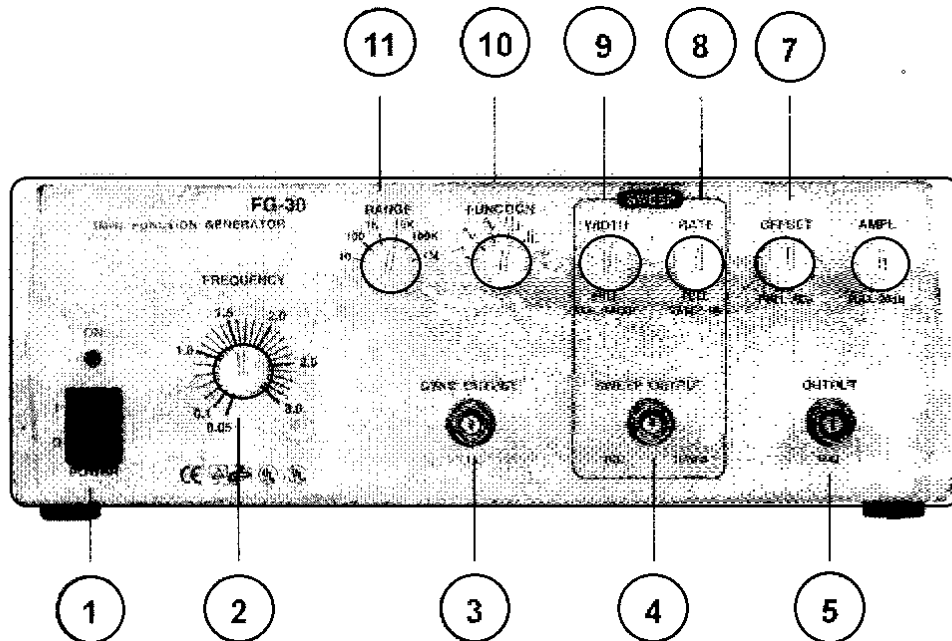


Рисунок 1.4 – Зовнішній вигляд панелі генератора функцій FG-30

- 1 – перемикач живлення – якщо поставити перемикач в положення "ON", над перемикачем загориться індикатор живлення "LED";
- 2 – частота – добре налаштування частоти. Частота перемикається регуляторами (2) і (11);
- 3 – вихід синхронізації – TTL рівень виходу прямокутного сигналу з такою ж частотою, як і на BNC-роз'ємі основного виходу;
- 4 – вихід розгортки – BNC-роз'єм виходу сигналу розгортки. Він працює незалежно від того, ввімкнений або вимкнений режим SWEEP; через вихідний роз'єм буде виходити пилоподібний сигнал. Частота керується швидкістю розгортки (8);
- 5 – основний вихід – BNC-роз'єм виходу форми сигналу. Вихідний опір 50 Ом, максимальна амплітуда 20 В пік-пік без навантаження і 10 В пік-пік на 50 Ом;

- 6 – амплітуда – для налагодження амплітуди вихідного сигналу (5);
 - 7 – зміщення DC – регулятор управляє колом зміщення. При нормальному використанні він встановлюється в положення OFF.
 - 8 – швидкість розгортки – поверніть цей регулятор, щоб налаштувати швидкість розгортки в діапазоні 5 с ... 10 мс. BNC-роз'єм являється виходом розгортки (4). Якщо витягнути цей регулятор, основний вихід (5) і вихід розгортки (4) стануть синхронними;
 - 9 – ширина розгортки – регулятор (8) повинен бути витягнутий або ця функція не буде працювати;
 - 10 – перемикач форми сигналу – для обрання форми сигналу ;
 - 11– діапазон частоти – основне налаштування частоти. Вихідна частота буде змінюватись в 10 разів при кожному перемиканні (з кожним кроком). Частота вихідного сигналу обирається перемикачами (2) і (11).
- Всі регулятори встановлені в натисненому положенні («PUSH»), якщо немає спеціальної помітки «PULL» [6].

1.2 Принципи побудови та класифікація сигналів генератора

Генератор з зовнішнім збудженням (ГЗЗ) є одним з основних каскадів радіопередавача, на вхід якого напруга подається від зовнішнього джерела змінної напруги. Маючи на увазі відмінність технічних термінів в "Радіопередавальних пристроях", що пов'язано зі специфікою розробки теорії передавачів, можна констатувати, що ГЗЗ фактично є підсилювачем чи перетворювачем вхідної напруги високої частоти за напругою чи потужністю. Тому фізичні процеси, які протікають у схемі ГЗЗ по підсиленню, наприклад, вхідної напруги, ідентичні тим, що протікають у звичайній схемі підсилювача. Деякою відмінністю є те, що в вигляді навантаження ГЗЗ часто використовується не тільки паралельний контур $L_k C_k$, який настроєний на частоту вхідної напруги, а й періодична навантажувальна система. Транзистор може бути використаний

як активний елемент. Найпростіші схеми генераторів із зовнішнім збудженням на біполярному і польовому транзисторах зображені на рисунку 1.5.

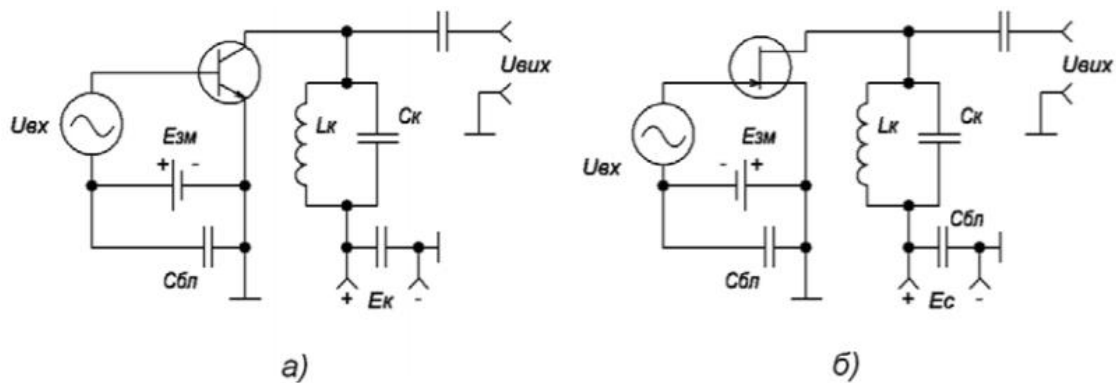


Рисунок 1.5 – Найпростіші схеми генераторів із зовнішнім збудженням на біполярному і польовому транзисторах

У цих схемах ГЗЗ (рисунок 1.5 а,б) використане ввімкнення транзисторів із загальним емітером (ЗЕ) і загальним витоком (ЗВ) при виборі робочої точки транзисторів за допомогою джерела зміщення $E_{зм}$. Джерело основного живлення E_k чи E_c , енергія якого використовується для перетворення в підсилену енергію вихідної напруги, заблоковане по змінній складовій струму конденсатором $C_{бл}$, як і джерело зміщення $E_{зм}$. Оскільки паралельний контур $L_k C_k$ настроєний на частоту вхідної напруги $U_{вх}$, то він має активний опір $R_{ер}$ на резонансній частоті, тому всі фазові співвідношення між напругами і струмами ГЗЗ ідентичні підсилювальному каскаду з активним навантаженням.

Сигнали генераторів можуть мати різні форми. В більшості електронних приладів використовуються сигнали однієї або декількох описаних нижче форм, часто з додаванням шуму або спотворень:

- синусоїдальні сигнали;
- меандри і прямокутні сигнали;
- пілоподібні і трикутні сигнали;
- перепади й імпульсні сигнали;
- складні сигнали.

1.2.1 Синусоїдальні сигнали

Синусоїдальні сигнали, ймовірно, найбільш впізнавані з усіх сигналів. Більшість джерел живлення змінного струму виробляють саме синусоїдальні сигнали. У звичайних побутових електричних розетках в будинках присутня напруга синусоїдальної форми. І практично завжди синусоїдальні сигнали використовуються для демонстрації законів електротехніки в навчальних лабораторіях.

Синусоїдальний сигнал описується простою математичною функцією – його форму ідеально визначає крива « $\sin x$ » в межах 360 градусів. Спеціальним випадком синусоїди є загасаюча синусоїда, яка являє собою загасаючі коливання, що виникають у ланцюзі після подачі на неї імпульсу. Приклади синусоїдального та згасаючого синусоїдального сигналів наведені на рисунку 1.6.

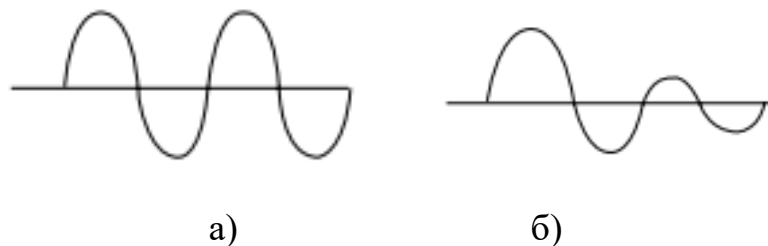


Рисунок 1.6 – Приклади синусоїдального сигналу (а) і згасаючого синусоїдального сигналу (б)

1.2.2 Меандри і прямокутні сигнали

Меандри і прямокутні сигнали є базовими сигналами, що складають основу всієї цифрової електроніки, хоча, звичайно, вони знаходять застосування і в інших галузях.

Сигнал меандр являє собою напругу, що перемикається між двома фіксованими рівнями через рівні інтервали часу. Зазвичай такі сигнали використовуються для перевірки підсилювачів, які повинні обробляти швидкі переходи між двома рівнями напруги (тобто описані раніше фронти і спади імпульсів). Меандр є ідеальним сигналом тактової частоти для цифрових систем

– комп'ютерів, бездротових комунікаційних пристроїв, систем ТБ високої чіткості і багатьох інших систем. Сигнал прямокутної форми аналогічний за характеристиками меандру, за винятком того, що інтервали високого і низького рівня не рівні між собою, як описано раніше в поясненні терміну «коефіцієнт заповнення». Приклади меандра і сигналу прямокутної форми наведено на рисунку 1.7.

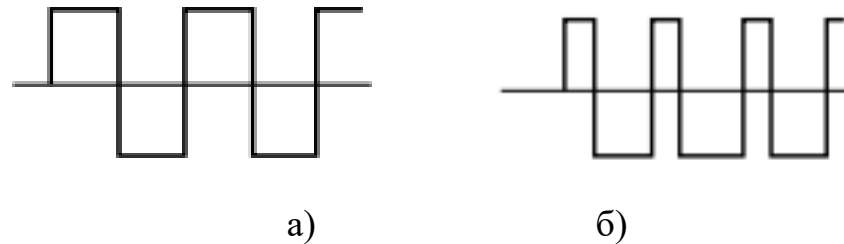


Рисунок 1.7 – Приклади меандра (а) і сигналу прямокутної форми (б)

1.2.3 Пилкоподібні і трикутні сигнали

Пилкоподібні і трикутні сигнали дуже схожі на ті геометричні форми, від яких пішли їхні назви. Пилкоподібний сигнал в кожному періоді лінійно наростає до пікового значення і потім миттєво спадає. Трикутний сигнал має порівнянні часи наростання і спаду. Часто такі сигнали використовуються для управління іншими напругами, наприклад, в аналогових осцилографах і телевізорах. Приклади пилкоподібного і трикутного сигналу наведено на рисунку 1.8.

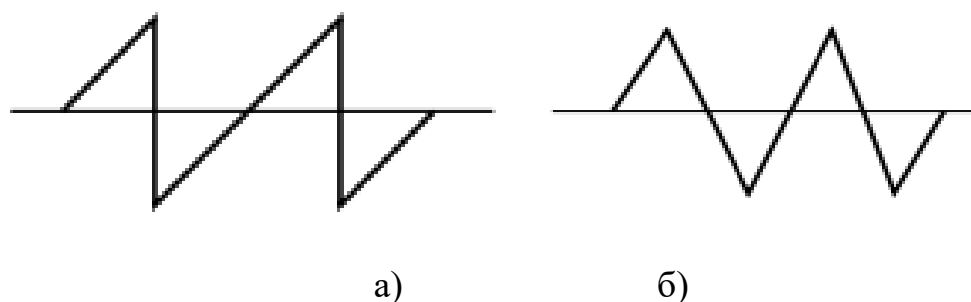


Рисунок 1.8 – Приклади пилкоподібного (а) і трикутного (б) сигналу

1.2.4 Перепади й імпульси

«Перепадом» називають сигнал, який демонструє раптову зміну рівня, наприклад, при замиканні вимикача живлення.

«Імпульс» безпосередньо пов'язаний з прямокутним сигналом. Подібно до сигналу прямокутної форми він виходить шляхом переходу напруги вгору і потім вниз або вниз і потім вгору, між двома фіксованими рівнями. За своєю природою імпульси є двійковими сигналами і тому є основним засобом передачі інформації (даних) в цифрових системах. Імпульс може представляти один біт інформації, що проходить через комп'ютер. Група спільно переданих імпульсів утворює пачку імпульсів. Синхронізована група пачок (яка може передаватися паралельно або послідовно) утворює цифрову послідовність. Приклади перепаду, імпульсу і пачки імпульсів наведено на рисунку 1.9.

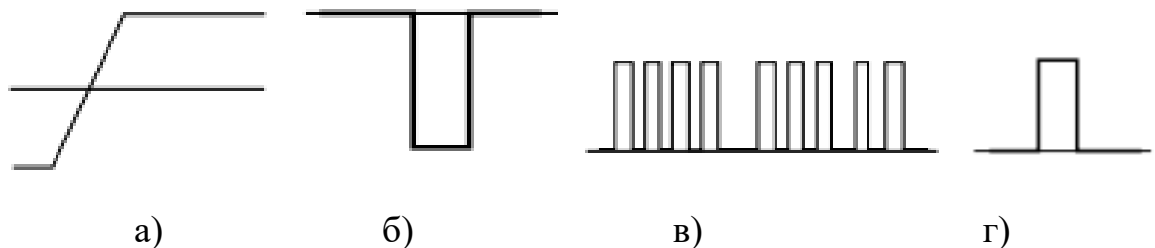


Рисунок 1.9 – Приклади перепаду (а), імпульсу (б, г) і пачки імпульсів (в)

Хоча цифрові дані подано зазвичай імпульсами, сигналами прямокутної форми або меандрами, реальні цифрові сигнали мають більш округлі кути і пологі фронти. Іноді дефекти ланцюга призводять до спонтанного виникнення імпульсів. Зазвичай такі перехідні сигнали мають неперіодичний характер і називаються «глітч». Однією з проблем налагодження цифрових схем є відділення глітч від корисних, але вузьких імпульсів даних. І однією з переваг деяких типів генераторів є можливість додавання глітч в пачку імпульсів.

1.2.5 Складні сигнали

У реальних електронних системах сигнали рідко схожі на описані вище ідеальні форми. Тільки в деяких випадках сигнали тактової частоти або

немодульовані несучі мають форму чистого меандра або синусоїди. Більшість інших сигналів мають більш складну форму внаслідок накладення спотворень (що виникають через такі паразитні явища, як розподілена ємність, взаємовплив сигналів і багатьох інших) або модуляції. Деякі сигнали можуть містити елементи синусоїд, меандрів, перепадів і імпульсів. До сигналів складної форми відносяться:

- сигнали з аналоговою, цифровою, широтно-імпульсною і квадратурною модуляцією;
- цифрові послідовності і кодовані цифрові сигнали;
- псевдовипадкові потоки бітів і слів.

Зміни амплітуди, фази або частоти модульованих сигналів дозволяють накласти низькочастотну інформацію на сигнал несучої високої частоти. Результируючі сигнали можуть передавати будь-яку інформацію від мови до даних і відео зображень. Якщо генератор спеціально не пристосований для цього, відтворити такі сигнали дуже складно.

У системах радіомовлення поширена амплітудна (АМ) і частотна (ЧМ) модуляція. У таких типах модуляції модулюючий сигнал змінює амплітуду або частоту несучої. На приймальному боці ланцюг демодуляції інтерпретує зміни амплітуди або частоти і витягує з сигналу необхідну інформацію.

Фазова модуляція (ФМ) для накладення корисної інформації модулює фазу несучої.

Сигнали, отримані за допомогою цифрової модуляції – подібно до інших цифрових технологій, цифрова модуляція заснована на двох станах, що дозволяють передавати двійкові дані. У системах з амплітудною маніпуляцією (АМ) цифровий модулюючий сигнал змушує сигнал вихідної частоти перемикатися між двома значеннями амплітуди, в системах з частотною маніпуляцією (ЧМН) несуча перемикається між двома частотами (центральною частотою і частотою зсуву), а в системах з фазовою маніпуляцією (ФМ) несуча перемикається між двома значеннями фази. У ФМ «0» передається сигналом тієї ж фази, що і попередній сигнал, а «1» передається сигналом протилежної фази.

Іншим поширеним типом цифрової модуляції є широтно-імпульсна модуляція (ШІМ); вона часто застосовується в цифрових аудіо системах.

1.3 Призначення та задачі об'єктивного контролю.

Об'єктивний контроль (далі – ОК) – система заходів, що здійснюються керівником (начальником) суб'єкта господарської діяльності і спрямовані на комплексне використання всіх технічних засобів реєстрації інформації, її обробку, аналіз, узагальнення та використання з метою контролю повноти виконання технологічних завдань, удосконалення методики та якості навчання персоналу, забезпечення безпеки виробництва, надійності технічних засобів ТЗ, прогнозування його технічного стану, виявлення недоліків в організації та експлуатації ТЗ, організації повітряного руху.

Забезпечення виконання ОК досягається здійсненням таких заходів:

- організаційних являють собою комплекс заходів, який включає: видання керівником (начальником) суб'єкта господарської діяльності наказів з організації ОК, призначення груп ОК та відповідальних за його ведення, затвердження інструкцій із функціональними обов'язками посадових осіб щодо підтримання постійної готовності технічних засобів об'єктивного контролю (далі - ЗОК), забезпечення їх своєчасного вмикання та здійснення ОК);
- технічних являють собою комплекс заходів із обладнання технічними ЗОК, а також робочих місць персоналу на техніці ї, обладнання стаціонарних або рухомих приміщень для обробки первинних носіїв інформації ЗОК.

Завданнями є:

- контроль за технічним засобів ОК;
- контроль повноти та якості підготовки ТЗ до використання ;
- контроль послідовності, повноти, якості виконання завдань АТП і оцінка рівня підготовки персоналу;
- контроль дій груп персоналу та керівництва;

- забезпечення безпеки операцій АТП, а також виявлення порушень заходів безпеки і правил експлуатації ТЗ;
- документування інформації;
- встановлення причин аварій, збоїв порядку виконання операцій АТП та зупинок виробництва [7].

1.4 Технічні засоби об'єктивного контролю

Важливим елементом системи автоматизації операцій технологічних процесів є технічні засоби, які використовують в якості контролю за тривалістю, послідовністю та здійсненням цих операцій. Роль контролюючих систем суттєво зростає з ростом складності АТП. Тому, напрямки розвитку систем контролю повинні розглядатися тільки в нерозривному зв'язку з принципами розробки та функціонування перспективних операцій АТП та використання відповідних технічних засобів.

Аналіз останніх сучасних технологічних розробок та впроваджень, визначають об'єктивну закономірність на збільшення завдань, що виконуються, різкого зниження часу виконання кожної операції, швидку та часту зміну цих операцій, зменшення енергоємності та кількості виконавців. Можливість отримувати в масштабі реального часу необхідну інформацію, здійснювати своєчасні перевірки без участі людини робить сучасні технічні засоби контролю привабливими та необхідними, а саме – об'єктивними.

Сучасний етап розвитку технічних засобів ТЗ взагалі характеризується значним ростом впровадження сучасних інформаційних технологій. Нові системи дозволяють надавати дані на реєстрацію у зручному форматі та об'ємах. Серед усього переліку отримана інформація може бути параметричною, цифровою та відео інформацією з першочерговим завданням залишається контроль технічного стану всього АТП при мінімальному часі доставки.

До сучасних ТЗ, що виконують операції об'єктивного контролю пропонується використання обчислювальних засобів з підвищеною швидкістю,

збільшеним обсягом пам'яті, інтеграцією обчислювальної мікропроцесорної техніки радіоелектронного обладнання, що дозволяють застосовувати прогресивні високошвидкісні методи цифрової обробки сигналів і даних та отримувати результати обробки з високою точністю і достовірністю в режимі реального часу.

Тому процес обладнання АТП з впровадженням нових інформаційних систем в загальному дозволяє покращити економічну ефективність та підвищити безпеку використання ТЗ.

Впровадження ТЗ та організація операцій ОК в промислові АТП дадуть дієвий імпульс для підвищення безпеки, а саме:

- дозволяють своєчасно і оперативно виявляти небезпечні фактори та тенденції в роботі техніки і експлуатуючих підрозділах та здійснювати інформування компетентних органів;
- здійснювати автоматизоване узагальнення результатів виконання операцій з метою виявлення негативних тенденцій і факторів, що знижують рівень виконання завдань АТП;
- створюють умови для всебічного аналізу стану виконання завдань АТП та вироблення конкретних шляхів і програм запобігання зриву та не забезпечення виконання цих завдань ;
- надають широку інформаційну підтримку посадовим особам, які в своїй діяльності в тій чи іншій формі несуть відповідальність за виконання завдань АТП;
- посилюють контроль з боку керівного складу за показниками, що визначають завдання АТП, шляхом автоматизованого створення банку даних та оперативного доступу до нього;
- дозволяють керівному складу оперативно у повному обсязі та наглядно здійснювати оцінку якості виконання завдань АТП та оцінювати рівень підготовки персоналу;
- дозволяють здійснювати автоматизовану оцінку якості та повноти виконання завдання АТП;

— дозволяють здійснювати інформаційне забезпечення технічної експлуатації засобів та навчання персоналу.

Задача побудови системи ОК має інформаційні і конструктивні аспекти. Більшість фундаментальних досліджень систем вимірів і контролю присвячено структурному і параметричному синтезу інформаційних каналів на основі однокритеріальної оптимізації, де як критерій, зазвичай, використовується точність оцінки значень вимірюваних параметрів. Такий підхід дозволяє оцінити оптимальність системи ОК тільки з інформаційної точки зору.

У дослідженнях з розвитку багатокритеріального підходу до оцінки ефективності різних технічних систем, навпаки, в основному розглядаються конструктивні аспекти, де широко використовується критерії: ефективність, вартість, час. При використанні умовного критерію переваги, а у якості показника ефективності технічних засобів вимірювання чи технічних засобів обробки результатів контролю – точності оцінки заданих параметрів, задача оптимізації системи ОК, яка включає інформаційні і конструктивні аспекти, формулюється як задача підвищення точності виміру передбачених параметрів у заданий термін при наявних ресурсах.

Питання про доцільність застосування розроблюваної системи ОК пов'язані з необхідністю вибору критерію ефективності, що дозволяє оцінювати і порівнювати конкуруючі варіанти.

Для оцінки ефективності, природно, використовуються відповідні величини, так звані показники ефективності АТП. Слід зазначити, що ефективність АТП в загальному випадку оцінюється не одиночною величиною, а безліччю показників. Вибір цих показників формується для кожного випадку застосування комплексів шляхом підбору таких із всієї безлічі характеристик комплексів і їх можливостей щодо виконання завдання, що стоїть у відповідності з характером домінуючих чинників. Слід також мати на увазі, що оцінка ефективності АТП, в першу чергу, спрямована на пошук найкращої альтернативи з їх визначеної безлічі, в якості елементів якого виступають різні

типи або варіанти виконання комплексу. Метою ж оцінки є їх ранжування по раціональності використання в конкретній ситуації.

Формування системи показників ефективності є основним елементом багатьох підходів до вирішення питання щодо оцінки ефективності будь-якого об'єкта (технічного, економічного, соціального та ін.).

Система показників для оцінки ефективності АТП поділяються на показники:

- якості виконання завдання;
- технічного рівня комплексу.

Показники якості виконання завдання характеризують можливості комплексу і раціональність його застосування в конкретній ситуації.

Показники технічного рівня характеризують технічну досконалість комплексу. Вони є відносними характеристиками, що несуть інформацію про порівняння комплексу з найкращими зразками.

За глибиною впровадження технічних досягнень їх умовно можна розділити на дві групи показників, що є мірою використання:

- досягнень технічного прогресу і характеризують відповідність досліджуваного комплексу кращим світовим зразкам;
- передових технічних рішень, досяжних в умовах, що склалися і застосовуються для поліпшення властивостей комплексів.

Зазвичай ці показники відображають результати порівняльної оцінки модернізованих комплексів з базовими зразками. Показники обох груп класифікуються відповідно за тими ж признаками, що і показники якості виконання завдань. При цьому вони є відносними, найчастіше, представленими у вигляді відносних величин характеристик оцінюваного та базового комплексів.

Звичайне прагнення осіб, котрі приймають рішення на розробку, впровадження або безпосереднє застосування АТП, полягає в спробі сформулювати єдиний глобальний показник ефективності, відповідно до величини якого і здійснюється ранжування альтернатив. Однак слід зазначити, що це зробити можна лише в тих рідкісних випадках, коли для конкретних умов

у цій іпостасі можна використовувати один з часних або обґрунтованих інтегральних показників з раніше описаними властивостями. В загальному випадку сформулювати глобальний показник не вдається. У таких випадках застосовуються математичні методи багатокритерійної оцінки, підтримувані використанням методів експертного оцінювання та проробки експертної інформації.

Існує декілька можливих напрямків зменшення непродуктивних витрат часу на отримання результатів обробки і аналізу.

Перший напрямок – за рахунок використання мобільних програмно-апаратних комплексів, що дозволяє провести експрес-аналіз.

Інший напрямок зв'язаний з використанням технології одержання результатів контролю процесу інформації.

Основною умовою високої ефективності ОК є досягнення високого ступеня ймовірності прийнятих рішень за кожним оцінюваним параметром операцій АТП, оскільки допущені на кожному етапі помилки призводять до помилковості всіх наступних рішень і дій в процесі за призначенням.

Ймовірність прийняття рішення відповідає всім основним вимогам, що висуваються до критеріїв ефективності: відображає основне призначення виконання ОК, має зрозумілий фізичний зміст, дозволяє кількісно оцінювати ефективність ОК.

Виходячи з матеріалів проведеного аналізу в цій предметній області, можна запропонувати варіант побудови системи ОК – це програмно-алгоритмічний на базі офісної ПЕОМ [8].

1.5 Загальний порядок виконання операцій об'єктивного контролю

Порядок здійснення ОК суб'єктом господарської діяльності включає:

- постановку завдань щодо ОК при виконанні операцій АТП;
- планування ОК (видання наказів, відпрацювання та затвердження відповідних інструкцій);

- підготовку та обслуговування технічних засобів обробки інформації;
- використання ТЗ обробки інформації;
- збір та доставку первинної інформації ОК до підрозділу об'єктивного контролю;
- обробку первинної інформації ОК (фотообробку, відтворення параметрів із носіїв інформації);
- дешифрування первинної інформації ОК, складання графіків, протоколів, карток та заповнення необхідної документації;
- аналіз отриманої інформації;
- підготовку та використання отриманої інформації під час розбору ;
- використання отриманої інформації під час розроблення заходів щодо вдосконалення методики навчання персоналу ОК та забезпечення безпеки операцій АТП.

Відповідно до завдання на ОК операцій АТП керівник підрозділу об'єктивного контролю проводить попередню підготовку з персоналом із метою:

- вивчення завдань, які передбачаються;
- підготовки технічних засобів збору та обробки даних первинної інформації ОК;
- перевірки наявності та підготовки необхідних матеріалів (графіків поправок, параметричних характеристик, номограм, довідкових таблиць).

1.6 Висновки по розділу I

У першому розділі магістерської атестаційної роботі було розглянуто загальну класифікацію генераторів сигналів, структурну схему генератора функцій, принципи побудови та класифікацію генераторів сигналів, призначення та задачі об'єктивного контролю, технічні засоби об'єктивного контролю АТП та порядок виконання операцій ОК.

2 ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВИКОНАННЯ ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ АТП

2.1 Обґрунтування необхідності виконання об'єктивного контролю при здійсненні операцій АТП.

Розвиток науково-технічного прогресу пов'язаний перш за все зі створенням нових і модернізацією існуючих технологічних процесів, машин, агрегатів, різних технічних засобів і систем. Систему ТЗ звичайно називають регулярну чи упорядковану сукупність пристроїв, які складаються з взаємозалежних частин, що діють як одне ціле і призначені для досягнення якої-небудь мети.

Нова техніка – результат творчої діяльності інженерів, озброєних знаннями в галузі методології проектування технічних систем.

Проектування – це процес розробки технічної документації, на підставі якої може бути виготовлено об'єкт, що виконує всі покладені на нього функції в повному обсязі і забезпечує задану якість функціонування. Проектування в сфері автоматизації виробничих процесів пов'язано з розробкою систем керування і передачі інформації, а також технічних засобів для їхньої реалізації. Особливість таких систем, як об'єктів проектування, складається не тільки в тому, що вони виникають завдяки людині, але й у тому, що вони одночасно чи побічно впливають на неї через автоматизований об'єкт, котрий, як правило, призначено для задоволення її потреб.

Відповідальність за наслідки своєї діяльності зобов'язує фахівців домагатися розуміння сутності технічних засобів, їхніх властивостей, особливостей, умов, при яких можуть бути створені кращі зразки. Тобто вони повинні володіти основами методології розробки нових виробів і систем. Підвищення методологічного рівня інженерно-технічної діяльності дозволяє фахівцям-проектувальникам належним чином орієнтуватися в різноманітному

світі техніки, що неперервно оновлюється, підвищувати ефективність проектних рішень, поліпшувати якість створюваних проектів, скорочувати терміни проектування.

На сьогодні в галузі проектування технічних систем накопичився величезний вітчизняний і закордонний досвід, а також випущено багато нормативно-технічної документації.

Сучасна наука про проектування – це самостійна галузь прикладних наук зі своїми методологічними передумовами, які складають її основу. Надійну базу для формулювання елементів теорії проектування дає визначення процесу проектування, виходячи з його результатів, тобто з кінцевої мети, а не з ходу самого процесу. Під звичайним проектуванням (на відміну від винаходу) розуміється розв’язання відомої задачі для досягнення відомої мети, здійснюване відомими шляхами чи способами за допомогою відомих засобів. Для розв’язання проектних задач необхідно розглядати перш за все побажання замовника, тобто того, хто оплачує роботу проектувальника, а також розробку, яка включає в себе виробництво, збут, споживання і закінчується аналізом впливу спроектованого об’єкта на світ у цілому. Причому, якщо проект виконано вдало, то створений на його основі об’єкт викликає саме ті зміни, на які розраховує замовник. Якщо ж проект виявився невдалим, його кінцевий вплив може стати дуже далеким від розрахунків замовника і прогнозів проектувальника. Але проте він і в цьому випадку викликає в навколишньому середовищі зміни того чи іншого характеру, іноді небажані.

Мета проектування – це початок необхідних змін у навколишньому штучному середовищі. Таке визначення допомагає зрозуміти, що процес проектування не може обмежуватися розробкою креслень, а тісно пов’язаний з науковими дослідженнями, дослідно-конструкторськими розробками, постачанням, розробкою технологій, підготовкою виробництва, збутом і багато іншим. При цьому проектування охоплює діяльність не тільки конструкторів і проектувальників, але також усіх тих, хто прагне здійснити зміни в

навколишньому середовищі: плановиків, економістів, учених, фахівців з прикладних наук і т.п.

Замовник дає проектувальнику орієнтовані вказівки про те, якого майбутнього стану частини навколишнього середовища він бажав би домогтися. Для технологів це можуть бути визначені параметри на виході з агрегату. Якщо потрібно підвищити ефективність технологічних процесів, у завданні можуть бути попередні вказівки щодо меж зміни параметрів процесу, що повинні підтримуватися економічно.

Відповідно до отриманих завдань проектувальник повинен підготувати свої пропозиції. Його завдання – тим чи іншим способом передбачити властивості об'єкта, установити методи визначення основних характеристик об'єкта при заданих умовах, а також запропонувати способи технічної реалізації цих характеристик. При цьому процедура оптимального вибору основних характеристик стає частиною відповідного методу розв'язання задачі, тоді як змістовною основою проектування є оптимізація проектних рішень.

Найважливішою складовою частиною прискорення науково-технічного прогресу є широке впровадження автоматизованих систем управління та контролю технологічними процесами на основі мікропроцесорних контролерів (МПК). Використання цієї системи дає змогу:

- здійснювати найбільш досконалі алгоритми управління та контролю, які можна швидко перенастроювати програмним шляхом при зміні динамічних параметрів об'єкта управління;
- враховувати при керуванні не тільки теперішній стан об'єкта, а також його передісторію завдяки наявності пам'яті МПК;
- розраховувати в автоматичному режимі оптимальну структуру та параметри настроювання цифрових регуляторів при зміні динамічних параметрів об'єкту керування;
- обчислювати значення вихідних керованих параметрів технологічних процесів за їх математичними моделями в разі відсутності необхідних первинних та передавальних перетворювачів;

- компенсувати програмним шляхом недоліки (нелінійності характеристик, зони нечутливості та зсув нульової позначки);
- вводити в закон керування дискретного регулятора рідкі (за часом) вимірювання важковимірюваних параметрів, тощо.

Всі перелічені заходи дозволяють оптимізувати термін та порядок проведення операцій АТП, зменшити енергонавантаження технологічного процесу, виключити не заплановані зупинки та збої операцій, брак готової продукції та забезпечити безпеку праці робітників. Для забезпечення оптимальної швидкості виконання технологічних операцій необхідно використання зовнішнього генератора- як джерела подання необхідних сигналів з заданими характеристиками, та достатньої пам'яттю.

Функціональний DDS генератор PeakTech® 4060 MV – це один з найбільш функціональних генераторів лінійки, пропонує широкий спектр застосувань як в аналоговій, так і цифровій електроніці, в таких сферах як розробка, освіта, обслуговування та виробництво. На відміну від традиційних аналогових методів синтезу сигналу, цифровий обчислювальний синтезатор (DDS) дозволяє синтезувати потрібний сигнал на основі однієї опорної частоти тактового генератора, забезпечуючи недосяжні раніше точність та стабільність отриманого сигналу. Функціональний генератор має можливість генерування 16 різних сигналів з вертикальною роздільною здатністю 8 біт і частотою до 20 МГц, частотою дискретизації до 100 М вибірок/с. Генератор забезпечує гармонійні спотворення менше -40 дБн на частоті до 5 МГц і менше -35 дБн на частоті більше 5 МГц і похибку частоти ± 50 ppm. SiFi технологія. Інтерфейс: USB device, USB host, LAN (підтримка LXI клас C). Вбудований підсилювач потужності з смугою від 100 Гц до 100 кГц забезпечує потужність 10 Вт на навантаженні опором 8 Ом.

Особливості функціонального DDS генератора PeakTech® 4060 MV:

- діапазон частот – від 10 мкГц до 20 МГц;
- гармонічні спотворення – до -35 дБн;
- сумарні спотворення – <1%;

- функції – синусоїда, прямокутник, імпульси позитивною і негативною полярністю, сходинокобразна, шум, напівсинус, обмежений синус, експоненційна, логарифмічна, тангенс, $\sin(x)/x$, полукругла, кардіо, землетрус;
- швидкість фронту/спаду – менше 50 нс;
- заповнення – від 1% до 99%;
- амплітуда – від 0 В до 20 В;
- зміщення амплітуди – ± 10 В;
- роздільна здатність амплітуди – 5 мВ;
- модуляція – ЧМ, АМ, ФМ, ШІМ, частотна маніпуляція;
- модулююча частота – від 40 мГц до 20 кГц (частотна маніпуляція від 40 мГц до 100 кГц);
- живлення – 100 ... 240 В, 50/60 Гц;
- розміри – 255x100x310 мм;
- маса – 2 кг.

Характеристики функціонального DDS генератора PeakTech® 4060 MV представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Характеристики функціонального DDS генератора PeakTech 4060 MV

Кількість функцій	16
Довжина функцій	1024 точки
Частота дискретизації	100 Мвиборок/с
Вертикальна роздільна здатність	8 біт
Гармонічні спотворення (розмах 1В)	Менше 40 дБн на частоті менше 5 МГц
Час наростання/спаду сигналу	Менше 35 дБн на частоті більше 5 МГц
Коефіцієнт заповнення ШІМ	0,1% - 99,9%
Симетричність трикутника	0,0% - 100,0%

Продовження таблиці 2.1

Роздільна здатність	10 мкГц
Стабільність частоти	± 50 ppm
Частотний діапазон	Синус: 10мкГц – 20МГц Прямокутник: 10мкГц – 5МГц Інші функції: 10мкГц – 1МГц
Амплітуда на виході	0 – 20В (б) 0 – 10В (навантаження 50 Ом)
Роздільна здатність амплітуди	5 мВ якщо амплітуда більше 2В 0.5 мВ якщо амплітуда менше 2В
Точність амплітуди	$\pm 1\%$
Вихідний опір	50 Ом
Зміщення сигналу	± 10 В (без навантаження) ± 5 В з навантаженням 50 Ом
Роздільна здатність зміщення	5 мВ
Точність зміщення	$\pm 1\%$
Період генератора частоти, що хитається	50 мс – 500 с

Функціональний DDS генератор PeakTech® 4060 MV зображений на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Функціональний DDS генератор PeakTech® 4060 MV[9]

2.2 Методики проведення ОК

Організація розроблення технологій проведення ОК покладається на суб'єктів господарської діяльності і погоджується з начальником структурного підрозділу, цеху, відділу.

Для однакових типів техніки, яка використовується в суб'єктах господарської діяльності і на якій встановлені однакові комплекси ТЗ ОК, повинна бути єдина технологія проведення ОК.

Технології для інших ТЗ або спеціального контролю складаються окремо.

У вступній частині технології викладається стислий опис, технічні характеристики, перелік аналогових параметрів та разових команд ОК, встановлених на ПК.

Основна частина технології містить методику якісної та кількісної оцінки виконання завдання операцій АТП за заздалегідь створеними групами аналогових параметрів.

Методика якісної та кількісної оцінки повинна охоплювати всі технічні характеристики, операції або етапи АТП, окремі елементи завдань, передбачених на даному типі ТЗ, що використовуються.

На кожну операцію, етап АТП, або елемент завдання в технології повинні бути зразки методики ОК із ретельним їх описом.

На кожну операцію, етап АТП, елемент завдання повинні наводитися:

- критерії якісної оцінки повноти виконання завдання, комплексу ТЗ, працездатності ПЗ;
- критерії кількісної оцінки, яка проводиться на підставі аналізу групи параметрів завдання та групи параметрів, що характеризують роботу силових установок.

Такі самі методики повинні складатися на кожну пробну програму запуску операцій АТП [10] .

Технології, крім того, включають:

- порядок підготовки кожного робочого місця, витратних матеріалів до використання;
- порядок спорядження первинних носіїв інформації засобів ОК, встановлених на ПК;
- методику проведення оцінки якості виконання завдань АТП із вказівками щодо заповнення відповідних документів;
- методику проведення контролю працездатності комплексу ТЗ та ПЗ і правильності їх експлуатації для спеціалістів;
- методику проведення кількісної оцінки виконання завдань АТП, пробного запуску ПЗ, опробувань та дотримання персоналом експлуатаційних обмежень з рекомендаціями щодо заповнення відповідних документів;
- довідкові дані по ПЗ, в яких вказуються експлуатаційні обмеження;
- експлуатаційні характеристики та обмеження по ТЗ;
- експлуатаційні характеристики та обмеження по персоналу;
- експлуатаційні обмеження по ПЗ.

Усі пункти технологій, що стосуються якісної та кількісної оцінки виконання завдань АТП повинні супроводжуватися зразками методик ОК з прикладами.

2.3 Особи, які здійснюють операції об'єктивного контролю та їх функції.

Склад персоналу, що експлуатує та обслуговує комплекс ТЗ та ПЗ зобов'язані знати можливості та технічні характеристики штатних засобів ОК, правильно їх експлуатувати, знати методику дешифрування первинних носіїв інформації засобів ОК і вміти аналізувати методики ОК для оцінки своїх дій, дій підлеглих та роботи ПК.

Керівник (начальник) суб'єкта господарської діяльності:

- відповідає за організацію ОК;

- ставить завдання відповідним посадовим особам щодо організації ОК дій складу персоналу та обслуги під час роботи;
- уточнює завдання своєму заступнику щодо дешифрування окремих фрагментів методики ОК, необхідних для виявлення та аналізу помилок складу персоналу, відмов комплексу засобів автоматизації і порушень безпеки, які будуть висвітлюватися під час повного розбору;
- оцінює за методикою ОК якість виконання штатних завдань, дотримання заходів безпеки заступниками керівника (начальника) суб'єкта господарської діяльності та керівниками підрозділів установи (ділянок);
- аналізує методику ОК з метою розробки заходів щодо запобігання помилкам, інцидентам та удосконалення методики навчання;
- оцінює роботу підрозділів щодо застосування засобів ОК та використання методик ОК;
- організовує забезпечення засобів обробки інформації витратними матеріалами.

Заступник керівника (начальника) суб'єкта господарської діяльності :

- керує роботою підрозділу об'єктивного контролю, відповідає за підготовку його особового складу, за якість підготовки даних ОК та за забезпечення засобів обробки інформації витратними матеріалами;
- організовує роботу щодо аналізу методики ОК з метою оцінки якості виконання завдань, а також удосконалення організації ОК;
- визначає завдання начальнику підрозділу об'єктивного контролю на проведення ОК ;
- контролює і оцінює за методикою ОК якість виконання завдань керівниками (начальниками) підрозділів ділянок;
- здійснює контроль за роботою керівників (начальників) підрозділів та ділянок щодо аналізу методики ОК;
- аналізує й узагальнює методику ОК з дій фахівців та спеціалістів щодо застосування комплексу засобів автоматизації, поданих для розбору , та подає їх керівнику ;

- розробляє пропозиції щодо усунення недоліків у роботі, виявлених з використанням засобів ОК, щодо вдосконалення методики навчання та заходів із запобігання негативним подіям та інцидентам;

- навчає керівний склад підрозділів практичному аналізу методики ОК, вмінню виявляти помилки та оцінювати якість виконання завдання;

- контролює якість підготовки і проведення занять з підвищення професійних знань та навичок особового складу підрозділу об'єктивного контролю, здійснює оцінку рівня підготовки особового складу підрозділу об'єктивного контролю;

- відповідає за обладнання ОК.

Начальник підрозділу або спеціаліст об'єктивного контролю відповідає за:

- проведення контролю повноти і послідовності виконання завдання та дотримання умов безпеки складом персоналу;

- своєчасний перезапис інформації засобами ОК на пристрої обробки;

- якість дешифрування первинних носіїв інформації засобами ОК і аналізу методик ОК особовим складом підрозділу об'єктивного контролю;

- організацію списування інформації з засобів ОК;

- справність, збереження і постійну готовність до експлуатації засобів обробки інформації;

- організацію робочих місць і дотримання особовим складом підрозділу об'єктивного контролю правил техніки безпеки та протипожежних заходів.

Начальник підрозділу або спеціаліст об'єктивного контролю зобов'язаний:

- знати конструкцію та правила експлуатації засобів ОК загального призначення та засобів обробки інформації, умови формування аналогових параметрів і разових команд (сигналів), фізичний сенс алгоритмів, закладених у машинні програми;

- керувати особовим складом підрозділу об'єктивного контролю та організовувати обробку первинних носіїв інформації засобами ОК;

- вміти особисто проводити дешифрування та аналіз записів параметрів ТЗ;

- контролювати якість робіт, які виконуються спеціалістами підрозділу об'єктивного контролю, правильність заповнення звітної документації;
- проводити розрахунок річної потреби витратних матеріалів засобів ОК на підставі норм витрат та подавати заявки до відповідного підрозділу забезпечення в установлені строки;
- вживати заходів для своєчасного забезпечення підрозділу об'єктивного контролю необхідними матеріальними засобами, вести облік і контролювати їх зберігання та витрачання за прямим призначенням;
- вести облік своєчасності проведення тарування ЗОК та заносити до «Журналу обліку тарувальних матеріалів засобів об'єктивного контролю в підрозділі об'єктивного контролю», перевіряти якість виготовлення тарувальних графіків та організовувати виготовлення тарувальних шаблонів (таблиць);
- навчати особовий склад підрозділу об'єктивного контролю правильній експлуатації засобів обробки інформації, методиці дешифрування та обробки первинних носіїв інформації ЗОК;
- організовувати проведення та відпрацьовувати тематику занять з підвищення професійних знань та навичок особового складу підрозділу об'єктивного контролю;
- стежити за утриманням у справному стані засобів обробки інформації, закріплених за підрозділом об'єктивного контролю, правильністю їх використання;
- організовувати виконання регламентних робіт (технічного обслуговування) засобів обробки інформації, закріплених за підрозділом об'єктивного контролю;
- забезпечувати дотримання правил техніки безпеки та протипожежних заходів особовим складом підрозділу об'єктивного контролю;
- проводити практичні заняття зі складом за методикою проведення об'єктивного контролю якості виконання завдань;
- вести встановлений облік та звітність.

Відповідно до завдань ОК під час організації та проведення операцій АТП начальник підрозділу об'єктивного контролю зобов'язаний виконувати обов'язки відповідального за ОК робочої зміни, при цьому:

- бути присутнім під час постановки завдань на робочу зміну;
- отримувати від заступника керівника (начальника) суб'єкта господарської діяльності завдання на проведення ОК;
- перевіряти готовність підрозділу об'єктивного контролю та планувати розподіл сил і засобів на виконання поставленого завдання;
- проводити підготовку особового складу підрозділу об'єктивного контролю до особливостей забезпечення майбутніх завдань.

Під час виконання завдань АТП:

- бути присутнім під час доведення завдань, отримувати додаткові завдання щодо організації ОК під час забезпечення виконання робіт, уточнювати обсяг та строки ОК;
- організовувати роботу особового складу підрозділу об'єктивного контролю з виконання визначеного завдання;
- проводити контроль повноти та послідовності виконання операцій та етапів АТП і дотримання умов безпеки праці персоналом, а також виявлення порушень та експлуатаційних обмежень. У разі виявлення порушень чи відхилень, які загрожують безпеці виконання завдань, доповідати керівнику; усі виявлені помилки і порушення відмічати ;
- бути присутнім на розборі та доповідати керівнику (начальнику) про всі зауваження та порушення, виявлені спеціалістами підрозділу об'єктивного контролю.

Після виконання завдань АТП:

- організовувати підготовку методики ОК відповідно до завдань, отриманих на наступну зміну;
- контролювати заповнення встановленої документації;
- подавати в установлений строк методики ОК для проведення аналізу керівним складом ;

- готувати наступні методики ОК ;
- бути присутнім на повному розборі виконаних завдань.

2.4 Результати проведення об'єктивного контролю

Об'єктивний контроль – система заходів, що здійснюються керівником (начальником) і спрямовані на комплексне використання всіх технічних засобів реєстрації інформації, її обробку, аналіз, узагальнення та використання з метою контролю повноти виконання завдань та операцій АТП, удосконалення методики та якості навчання персоналу, забезпечення безпеки праці, надійності технічних та програмних засобів, прогнозування їх технічного стану, виявлення недоліків в організації та експлуатації техніки.

Різноманітність сучасних автоматизованих технологічних процесів, особливо в тих галузях, де присутні непереривність виробництва, шкідливі та жакливі умови праці, підвищеним ступенем ризику необхідно використання ОК. Необхідне це для того, щоб керівник виробництва та його підлеглі виконували свої обов'язки та завдання якісно, небезпечно та у заданий термін. Все це повинно забезпечити своєчасні операції, технічні засоби та професійний персонал ОК.

Порядок здійснення та сучасні методики ОК дозволяють своєчасну постановку завдань, планування заходів щодо обслуговування та експлуатації технічних та програмних засобів, підготовку та навчання персоналу.

Збір та обробка первинних даних дозволяє керівнику, який несе відповідальність за якісне виконання завдання, зробити об'єктивний аналіз та надати своєчасні накази щодо корегування виконання завдання. У разі необхідності провести зміну виконавців, змінити порядок та час виконання операцій АТП, змінити несправне обладнання, поповнити запаси витратного матеріалу та ін. Також ОК своєчасно буде надавати інформацію, щодо показників якості параметрів та технічних характеристик операцій і етапів АТП

та техніки на випадок збоїв, відмов та зупинок. У випадку збільшення концентрації шкідливих речовин у повітрі ТЗ ОК своєчасно повідомлять про це.

Після закінчення виконання завдань або робочої зміни, керівник може зробити аналіз дій своїх підлеглих, виявити усі недоліки роботи, помилки та інциденти, зробити об'єктивні організаційні висновки. Перевірити технічний стан обладнання та надати своєчасні рекомендації щодо виконання наступного завдання, провести аналіз обраної методики ОК та підготовки спеціалістів ОК. У випадку відмови у роботі ТЗ та ПЗ керівник бере участь у розборі виявлення та вивчення причин цих подій та в розробці заходів щодо їх попередження та усунення.

Аналіз операцій ОК і результати його проведення свідчать про необхідність та велику кількість цих операцій, використання різноманітних засобів та фахівців. Тому, у роботі основним напрямом дослідження визначені методики ОК, які пов'язані з якістю параметрів сигналів при здійсненні основних операцій АТП з використанням зовнішнього генератора, у якості джерела сигналів довільних форм хвиль.

Розвиток приймально-перетворювальних систем прискорює пошук технічних рішень для НВЧ систем з малими розмірами, високою продуктивністю та можливістю забезпечення високої енергоефективності. Традиційні схеми опорного генератора: поверхнево – акустичні хвилі або кварцовий задавальний генератор не задовольняють вимогам до стабільності, а також додає проблем при перебудуванні частот, внаслідок чого маємо обмеження багатоканальності пристроїв.

Опорний генератор сигналів довільної форми має ряд переваг: може створювати стабільні сигнали стандартних функцій, наприклад синусоїди і меандри – яким притаманні висока точність та швидке переналаштування по частоті.

Це дозволяє покращити керування фазовими, частотними та амплітудними характеристиками вихідного сигналу. Розглядається концепція пристрою, що має у своєму складі джерело опорних коливань, що генерує довільну форму

сигналу. Такий вид джерела дозволяє створювати високостабільний вихідний сигнал та забезпечувати оперативне переналаштування частот.

Архітектура НВЧ-синтезатора прямого цифрового циклу забезпечує високу швидкість переналаштування частоти, що дозволяє спростити задавання частотних та фазових змін, що в свою чергу підходить для частотного калібрування приймально-перетворювальних модулів (рисунки 2.1, 2.2).

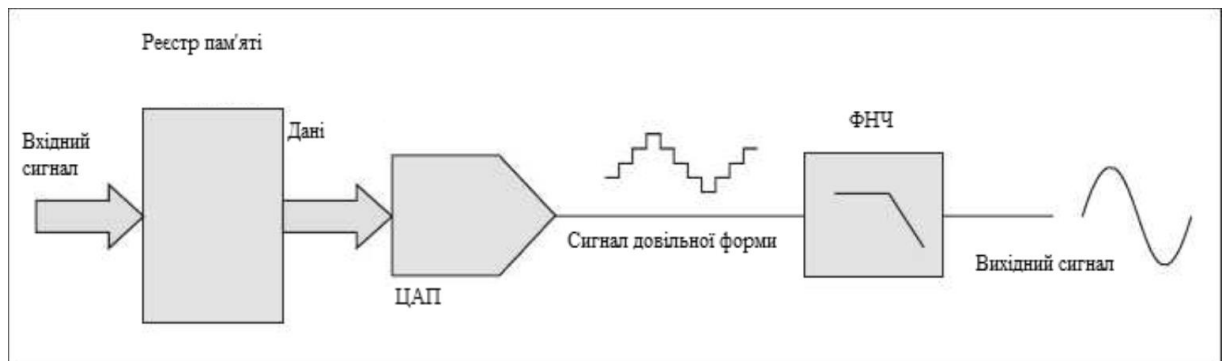


Рисунок 2.2 – Формування опорного сигналу

Принцип роботи такого пристрою побудований на основі прямого цифрового синтезу коливань, яке також має назву DDS (direct digital synthesis). Суть принципу в тому, що цифрові дані, які є цифровим еквівалентом сигналу необхідної форми, послідовно зчитуються з пам'яті сигналу і поступають на вхід цифро-аналогового перетворювача (ЦАП). Такий перетворювач тактується з частотою дискретизації генератора і видає послідовність ступенів напруги, що апроксимує потрібну форму сигналу. Ступенева напруга потім згладжується фільтром нижніх частот (ФНЧ), в результаті чого відновлюється остаточна форма сигналу.

За методом формування вихідних коливань синтезатори поділяються на дві групи: побудовані на основі прямого (пасивного) синтезу і побудовані на основі непрямого (активного) синтезу.

До першої групи належать синтезатори, що формують вихідні коливання шляхом ділення та множення частоти опорного генератора з подальшим складанням і відніманням частот, що отримані в результаті ділення та множення.

До другої групи належать пристрої, які створюють вихідні коливання в діапазоні автогенератора гармонійних коливань з параметричною стабілізацією частоти, нестабільність якого усувається системою автоматичного підстроювання частоти (АПЧ) за еталонними (високостабільними) частотами [11].

2.5 Автоматизація технологічних процесів

Під виробничим процесом сучасного виробництва розуміють такий комплекс заходів, за допомогою яких здійснюється виробництво тих або інших виробів.

Основним завданням промисловості є освоєння нових конструкцій машин, обладнання, засобів механізації й автоматизації, нових технологій. Для кожного напрямку різних галузей народного господарства характерна своя специфіка, яка залежить від типу виробництва, призначення, розмірів і точності машин, рівня виробництва і технічної оснащеності.

У загальному плані автоматизація виробництва – це етап машинного виробництва, що характеризується звільненням людини від безпосереднього виконання функцій управління виробничими процесами та передавання цих функцій технічним засобам – автоматичним пристроям і системам [12].

Керування – це цілеспрямована дія на об'єкт, яка забезпечує оптимальний чи заданий режим його роботи.

Незалежно від мети, призначення, структури об'єкта процес керування передбачає виконання таких операцій:

- отримання та попереднє опрацювання інформації про фактичний стан об'єкта, системи і навколишнього середовища;
- аналіз отриманої інформації, порівняння існуючої виробничої ситуації з даною;
- прийняття рішення про дію на об'єкт у певному напрямку та оцінювання можливості реалізації такої дії;

– реалізація управління, тобто формування дії за допомогою відповідних технічних та програмних засобів.

При здійсненні процесу керування часто доводиться спочатку відшукувати потрібний режим роботи, а потім його підтримувати. В окремих випадках для простих об'єктів значення технологічних параметрів задають наперед, тоді системи називають системами автоматичного регулювання (САР).

Сучасні автоматичні та автоматизовані системи є за своєю структурою розподіленими і базуються на мережевих технологіях із використанням мікропроцесорних засобів.

Сучасні системи автоматизації об'єднуються у складні комп'ютерно-інтегровані системи. Розглядаючи їх, слід передусім наголосити на тому, що сукупність взаємопов'язаних і взаємодіючих елементів у них призначена для досягнення певних цілей, сукупність елементів системи та характер зв'язків між ними визначаються структурою останньої. При створенні і аналізі систем автоматизації виділяють структури:

- функціональну – сукупність частин для виконання окремих функцій: отримання інформації, її опрацювання, передавання та інші;
- алгоритмічну – сукупність частин для виконання певних алгоритмів опрацювання інформації;
- технічну – сукупність необхідних технічних засобів як відображення функціональної та алгоритмічної структур.

Основні переваги автоматизації полягають у можливостях забезпечити:

- зростання продуктивності та поліпшення умов праці;
- виконання робіт у важкодоступних та взагалі недоступних для людини сферах (радіоактивні зони, космос, окремі види металургійного та інших виробництв);
- підвищення точності, якості технологічних процесів і відповідних виробів;
- зростання надійності, техніко-економічних показників, загальної культури виробництва та кваліфікації обслуговуючого персоналу.

Автоматизація виробництва проводиться за допомогою автоматичних пристроїв, які можна класифікувати за різними ознаками. Однією з найпоширеніших є класифікація за функціональним призначенням пристроїв:

- автоматичного контролю та сигналізації;
- автоматичного захисту;
- обчислювання;
- автоматичного керування.

Пристрої автоматичного контролю та сигналізації забезпечують контроль за перебігом технологічних процесів, станом приміщень та відповідно сигналізацією. За нормальних умов процесів використовується оптична сигналізація, а при появі відхилень від цих умов – оптична та акустична.

Пристрої автоматичного захисту забезпечують захист об'єктів при появі загрози для обладнання, продукції або обслуговуючого персоналу.

Блокуючі пристрої мають призначення не допускати виконання хибних команд.

Обчислювально-лічильні пристрої самостійно виконують складні розрахунки найвигідніших технологічних режимів роботи, експрес-аналізу та ін.

Вирішення проблем автоматизації потребує принципово нових технологічних підходів до обладнання, уніфікованих технологічних процесів, вибору систем керування. А також потребує розв'язання таких проблем, як максимальна концентрація операцій, упровадження багатоопераційних, багатоінструментальних машин, верстатів, застосування складальних і контрольних автоматів, автооператорів, завантажувальних пристроїв, створення автоматичних ліній та гнучких систем та ін.

Набули поширення автоматичні лінії з верстатів-автоматів із числовим програмним керуванням. Це устаткування легко під'єднати до керуючих і обчислювальних електронних машин, що заздалегідь складеними програмами забезпечують роботу всієї лінії.

При автоматизації велику роль відіграє процес створення роторних автоматичних ліній. Їхнє застосування дозволить на одній лінії конструктивно

подібних машин проводити різнохарактерні операції: штампування і різання, нанесення покриття і контроль, маркування і пакування.

Автоматизація – це складний процес, який охоплює багато співвідношень: технічних, наукових, економічних. Сюди входить також автоматика, яка здійснює керування, контроль, переробку інформації та ін. Вона вивчає умови функціонування і алгоритми управління для різних ТП з метою розроблення систем автоматичного керування.

Перехід від ручної або механізованої праці до автоматизованого виробництва можна здійснити тільки після спеціальної підготовки, в якій основними положеннями переходу представлені певні умови.

Першою умовою автоматизованого виробництва на сьогодні є покращення його організації. Покращення організації виробництва – це продукт високоякісної організації потокового виробництва, яке характеризується розміщенням обладнання за технологічним процесом. Зайвим тут є міжопераційні склади, багатократне завантаження, розвантаження, транспортування. Використовуються спеціалізовані або спеціальні верстати, автоматичні лінії. Разом з тим, при впровадженні потокових методів виробництва рекомендується звертати увагу на вдосконалення організації робочих місць, створення нових інструментів і пристроїв, нових методів контролю, транспортування деталей, орієнтації.

Наступною умовою переходу є модернізація існуючої й упровадження нової техніки через заміну автоматизованого обладнання, яка піднімає техніко-економічні показники. Напрямами модернізації є:

- підвищення потужності і швидкохідності процесу обробки;
- підвищення жорсткості і вібростійкості обладнання в цілому за рахунок окремих деталей і вузлів;
- скорочення допоміжного часу за рахунок автоматизації кріплення деталей, заміни інструменту, вимірювання в процесі обробки, автоматизації керування;
- розширення технологічних можливостей і концентрація операцій;

- багатоінструментальна обробка;
- зміна основного технологічного призначення обладнання;
- покращення умов експлуатації і безпеки праці.

Важливою умовою рентабельності сучасного виробництва є автоматизація транспортних робіт. Основними етапами вирішення проблеми транспортування деталей при автоматизованому виробництві є:

- суміщення кількох операцій з метою скорочення транспортних шляхів;
- організація найкоротших прямолінійних технологічних ліній;
- забезпечення підйому всього вантажопотоку на рівень, який максимально наближений до висоти установчих баз систем, з метою зменшення вертикальних переміщень деталей;
- оснащення верстата або автоматизованого комплексу передавальними і піднімальними пристроями, механізмами повороту стрілок, жолобів та ін.

Найраціональнішим технологічним транспортом можна вважати різні типи технологічних конвеєрів з перевантажними і розподільними автоматичними пристроями, з міжопераційним запасом і різними пристосуваннями для обробки різноманітних за формою деталей.

Найважливішим напрямком автоматизації є розроблення нових ТП та впровадження прогресивної технології на основі останніх досягнень науки і техніки.

Автоматизація виробничих процесів на основі впровадження роботизованих технологічних комплексів і гнучких виробничих модулів, допоміжного обладнання, транспортно-накопичувальних і контрольно-вимірювальних пристроїв, об'єднаних у гнучкі виробничі системи, що керуються від ЕОМ, є однією зі стратегій прискорення науково-технічного прогресу [13].

2.6 Висновки до розділу 2

У другому розділі магістерської атестаційної роботі було розглянуто необхідність виконання об'єктивного контролю при здійсненні операцій АТП;

особливості та характеристики функціонального DDS генератора PeakTech® 4060 MV. Також було проаналізовано методики проведення ОК; особи, які здійснюють операції об'єктивного контролю та їх функції та результати проведення ОК. Проаналізована специфіка автоматизації технологічних процесів, розглянуті основні структури та переваги автоматизації.

3 РЕАЛІЗАЦІЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ

3.1 Розробка структурної схеми процесу проведення ОК з використанням зовнішнього генератора в АТП сучасного виробництва

3.1.1 Розробка структурної схеми АТП виготовлення друкованих плат.

До сучасних типів виробництв, де доцільним буде використання операцій ОК, віднесемо наступні галузі промисловості: металургійна, хімічна галузь, атомна енергетика.

Тому, в якості зразка АТП були обрані операції технологічного процесу виготовлення друкованих плат методом металізації наскрізних отворів.

Загальний порядок проведення технологічних операцій наступний:

- вхідний контроль фольгованого діелектрика;
- нарізка заготовок слоїв;
- підготовка поверхні діелектрика;
- отримання рисунку схеми слоїв;
- травлення міді з пробільних місць;
- видалення маски;
- створення базових отворів;
- пресування базових слоїв;
- свердлення міжшарових отворів;
- підготовка поверхонь перед металізацією;
- хімічна металізація отворів;
- гальванічна металізація отворів;
- обробка плат по контуру;
- маркування плат;
- вихідний контроль плат.

При виконанні перелічених операцій працівникам необхідно здійснювати постійний контроль за порядком виконання технологічних операцій, часом виконання кожної операції та всього технологічного процесу в цілому, за правильністю використання обладнання та витратних матеріалів, за дотриманням правил безпеки виробництва та навколишнього середовища. А при порушенні або при зупиненні операцій технологічного процесу можливі необратимі наслідки, які здібні привести до матеріальних збитків для підприємства та загрози життю та здоров'ю працівників. Тому необхідно запропонувати використання автоматизації операцій технологічного процесу та здійснення автоматизованого виконання ОК за допомогою зовнішнього генератора довільних форм хвилі.

Структура технологічного процесу виготовлення друкованих плат наведена на рисунку 3.1.

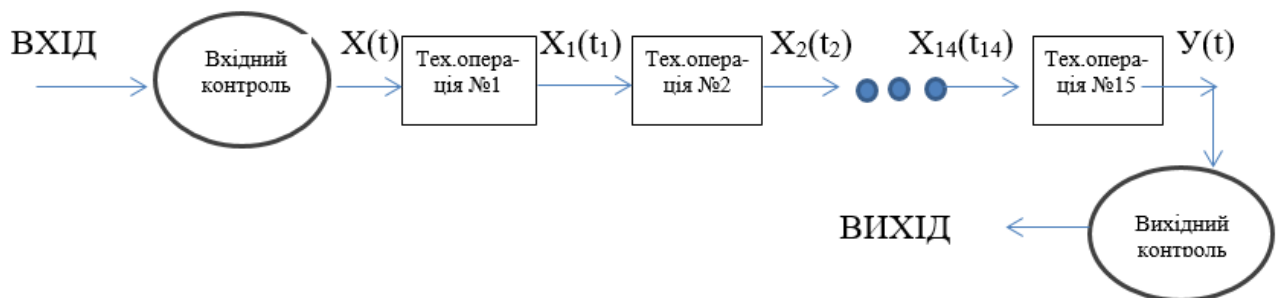


Рисунок 3.1 – Структура технологічного процесу виготовлення друкованих плат

3.1.2 Структурна схема засобів об'єктивного контролю з зовнішнім генератором для АТП виготовлення друкованих плат.

Для здійснення виконання операцій ОК при виготовленні печатних плат необхідно функціонально зв'язати в єдиний пристрій зовнішній DDS генератор PeakTech® 4060 MV, АРМ виконавця операцій об'єктивного контролю (ООК) та п'єзоелектричні датчики виробничих параметрів.

Структурна схема даного пристрою наведена на рисунку 3.2.

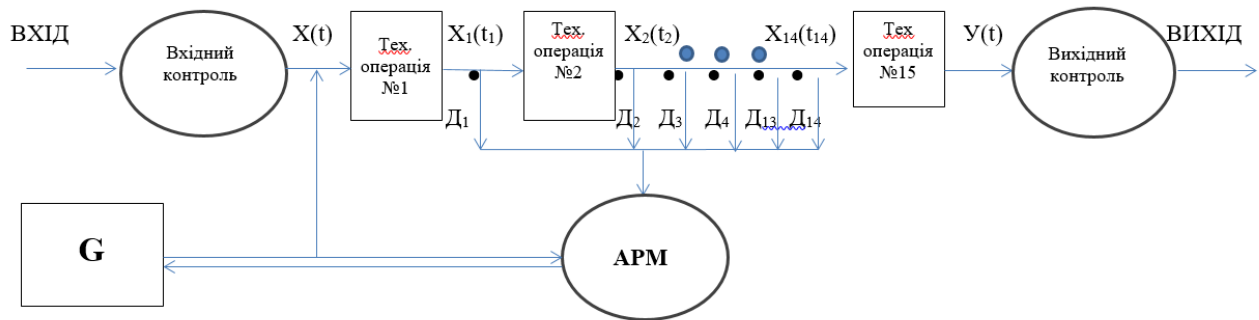


Рисунок 3.2 – Структурна схема засобів об’єктивного контролю з зовнішнім генератором для АТП виготовлення друкованих плат

Принцип роботи пристрою полягає у наступному: зовнішній генератор (G) видає сигнал $X(t)$ заданої форми і параметру, який поступає на вхід АТП і комп’ютер АРМа та запускає його. Кожна технологічна операція виконується строго за порядком та із заданими параметрами. Контроль параметрів виконання операцій постійно здійснюється за допомогою датчиків ($D_1, \dots, D_{14}$), які в реальному масштабі часу видаються на дисплей комп’ютера АРМ у вигляді діаграм. При цьому на екрані дисплея можливо спостерігати незначні відхилення параметрів виконання операцій АТП, коли вони виникнуть. Після закінчення виконання операцій АТП при отриманні параметру $Y(t)$, його можливо запустити з початку або задати інший сигнал з іншими параметрами для виконання наступного АТП.

При виникненні проблем з виконанням операцій АТП програмне забезпечення АРМа своєчасно відобразить ситуацію та запропонує варіанти вирішення проблеми з найменшими витратами та безпекою для працівників.

3.2 Характеристика наслідків при відсутності проведення операцій об’єктивного контролю.

Контроль – найважливіший фундаментальний елемент керування. Всі функції керування: планування, мотивація, створення організаційних структур, – нерозривно пов’язані з контролем.

Контроль – це процес досягнення намічених цілей. Він необхідний для виявлення та розв’язання виникаючих проблем раніше, ніж вони матимуть серйозні наслідки.

Будь-який вид контролю повинен здійснюватися з урахуванням певних принципів. У цьому полягає науковість підходу до здійснення контролю. Можна виділити наступні принципи контролю:

- вірогідність (результати контролю повинні бути достовірними);
- об'єктивність (тобто контроль повинен відбивати об'єктивну реальність на основі існуючих фактів і подій);
- гласність (контроль повинен проводитися відкрито, за винятком особливих випадків, і результати контролю повинні бути доступні для співробітників організації);
- оперативність (тобто контроль повинен проводитися, коли це необхідно - в потрібному місці і у потрібний час);
- реальність;
- спрямованість на усунення помилок і закріплення успіху.

Для того, щоб бути ефективним, контроль повинен відповідати наступним вимогам:

- бути всеосяжним, тобто контроль повинен охоплювати всі рівні й процеси керування;
- безперервним, тобто контроль повинен здійснюватися постійно і безупинно;
- цілеспрямованим, тобто контроль повинен проводитися по основних істотних питаннях;
- своєчасним, тобто проводитись у розрахунку на попередження появи негативних явищ;
- оперативним (контроль дозволяє негайно почати відповідні коригувальні міри);
- законним, тобто при здійсненні контролю необхідно керуватися встановленими правилами та не допускати відхилень від них;

- оптимальним – максимальний ефект від реалізації контролю повинен досягатися мінімальними витратами ресурсів;
- об'єднувати у собі перевірку якості роботи з наданням своєчасної допомоги.

Контроль здійснюється у формах спостереження, обстеження й експерименту.

Основні характеристики контролю, що роблять процес контролю найбільш ефективним:

Насамперед, – це стратегічна спрямованість контролю, тобто контроль повинен відбивати загальні пріоритети й підтримувати їх. Діяльність, що не має стратегічного значення, не повинна піддаватися тотальному й строгому контролю. Абсолютний контроль над дрібними операціями не має змісту і буде тільки відволікати сили від дійсно важливих цілей.

Орієнтація на результати: кінцева мета контролю полягає в тому, щоб вирішити проблеми та досягти бажаних результатів. Контроль впливає на організацію. Невдало спроектовані системи контролю можуть зробити дії людей орієнтованим на них, тобто співробітники будуть прагнути до задоволення вимог контролю, а не до досягнення цілей організації.

Для того, щоб бути ефективним, контроль повинен відповідати контрольованому виду діяльності. Він повинен об'єктивно вимірювати й оцінювати те, що дійсно важливо.

Важливою вимогою до ефективного контролю є його своєчасність. Своєчасність полягає в наявності тимчасового інтервалу (між проведенням вимірів або оцінок), що адекватно відповідає контрольованому явищу. Значення оптимального тимчасового інтервалу визначається з урахуванням тимчасових рамок основного плану, швидкості змін і витрат на проведення вимірів і поширення отриманих результатів. Крім цього, найважливішою метою контролю залишається усунення відхилень перш, ніж вони придбають необоротний характер.

Контроль повинен бути досить гнучким і пристосовуватися до змін, що відбуваються. Без достатнього ступеня гнучкості система контролю не буде діяти в тих ситуаціях, для яких вона призначалася.

Простота контролю є запорукою його ефективності. Найпростіші методи контролю більше економічні та вимагають менших зусиль. Для того, щоб бути ефективним, контроль повинен відповідати потребам і можливостям людей, взаємодіючих із системою контролю і реалізуючи її.

Економічність контролю має на увазі пропорційність між затрачуваними зусиллями й результатами контролю. Необхідно взяти за правило – всі витрати, вчинені організацією, повинні приводити до збільшення її переваг і доходів.

Передача і поширення інформації відіграє ключову роль у забезпеченні ефективності контролю, тому що обов'язково необхідно довести до відома співробітників як сутність встановлених параметрів, так і досягнуті результати.

Подібна інформація повинна бути точною, надходити вчасно й доводитись до відома співробітників у доступному для розумінні вигляді. Отже, до системи передачі й поширення інформації пред'являються великі вимоги.

Потрібно відзначити, що передача даних нерідко співпадає з наявністю суб'єктивних помилок, що здійснюються людиною.

Оцінка інформації про результати є заключною і важливою стадією етапу зіставлення. Важлива інформація адекватно описує досліджувані процеси і необхідна для ухвалення вірного рішення. Після оцінки інформації процес контролю переходить на заключний етап, на якому вибирається одна із трьох ліній поводження:

- залишити досягнуті результати без зміни;
- усунути відхилення;
- переглянути параметри.

Основна мета контролю полягає в тому, щоб домогтися функціонування відповідно до плану. Якщо зіставлення встановлених параметрів з досягнутими результатами показує, що мети досягаються, то краще нічого не вживати.

Однак іноді необхідно докладати зусиль для усунення будь-яких відхилень. Система контролю, що не дозволяє усунути відхилення перш, ніж вони придбають критичний характер, безглузда. Проведене коректування повинне концентруватися на усуненні причин відхилень. Стадія виміру повинна показувати масштаб відхилень від показників параметру і точно вказувати на причину виникаючих відхилень.

Зміст коректування полягає в тому, щоб зрозуміти причину виниклих відхилень і повернутися до правильного образу дій. Важливо відзначити, що причиною відхилень може бути будь-який змінний фактор. Оскільки АТП є відкритою системою, то на неї впливають багато різноманітних зовнішніх і внутрішніх факторів.

Існують ситуації, коли не всі відхилення варто усувати. Нерідко самі параметри необхідно переглянути. Часто трапляється так, що сама система вказує на необхідність перегляду параметрів.

3.3 АРМ для спеціаліста з проведення операцій ООК та порядок розрахунку їх кількості

Автоматизоване робоче місце (АРМ) визначається як сукупність інформаційно-програмно-технічних ресурсів, що забезпечує кінцевому користувачеві обробку даних і автоматизацію управлінських функцій в конкретній предметній області (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Зовнішній вигляд АРМ

Інформаційне забезпечення АРМ орієнтовано на підтримку звичних для користувачів особливостей структуризації використовуваних даних, що дозволяє здійснювати швидкий пошук, внесення необхідних змін, підготовку документів і звітів.

Типовим рішенням є забезпечення доступу користувачів з різних АРМ до інформаційно-довідкової системи.

Технічне забезпечення АРМ призначене для безпосереднього виконання всіх операцій в рамках використовуваних ІТ, гарантуючи при цьому обробку заданих обсягів даних до необхідного моменту часу.

Крім того, технічне забезпечення є основою реалізації надійного обміну даними як в локальних, так і в глобальних інформаційних системах (ІС).

Основну частину технічного забезпечення АРМ складають ПК універсального призначення, що мають значну обчислювальну потужність.

Основу системного ПЗ для АРМ різного призначення складають зазвичай ОС сімейства Windows.

У більшості випадків конкретна спеціалізація АРМ задається функціонально орієнтованими пакетами прикладних програм.

Традиційно використання в якості прикладного ПЗ широкого призначення інтегрованого пакета програм MS Office, зазвичай, у складі редактора Word, електронних таблиць Excel, СУБД Access, системи підготовки презентацій Power Point, поштової програми Outlook Express.

Загальний порядок розрахунку кількості АРМ залежить від рівня адміністративно-господарської діяльності та за ступенем узагальнення інформації. Існує 3 рівня АРМ за місцем їх розташування:

1-й рівень: рівень міністерств, відомств, департаментів та ін.

2-й рівень: рівень промислових з'єднань, великих промислових підприємств.

3-й рівень: рівень заводів, цехів, баз, складів.

Об'єкти третього рівня опрацьовують інформацію, що стосується адміністративно- господарської діяльності власного структурного підрозділу.

Тому кількість АРМ буде напряду залежить від кількості спеціалістів кадрового складу структурного підрозділу та кількості обсягів інформації, що вони обробляють. Що стосується нашого прикладу, кількість АРМ буде розраховуватися з обліком кількості одночасно працюючих АТП, їх навантаженням кількістю операцій та терміном дії. Тому розрахунок – 3-4 АРМ з 5-8 спеціалістами.

3.4 Економічна ефективність застосування операцій ОК на виробництві

Автоматизація виробництва – це ефективний засіб підвищення продуктивності праці, покращення якості продукції, зменшення витрат важкої, монотонної, небезпечної та шкідливої праці.

При вирішенні проблеми автоматизації виробництва необхідно приймати до уваги не лише економічні, але і соціальні чинники.

Перш за все автоматизують ті виробничі процеси, за ходом яких людині важко слідкувати, а також ті, де перебування людини є небезпечним для її життя або шкідливим для її здоров'я. В інших випадках впровадження автоматизації залежить від того, яку вона дає вигоду, тобто від її економічної ефективності.

Ефективність автоматизації залежить від:

- раціонального вибору об'єкту автоматизації;
- ступеня досконалості технологічного обладнання та його придатності для сумісної роботи з автоматичними пристроями;
- раціонального вибору засобів автоматизації;
- наявності і рівня підготовки обслуговуючого персоналу;
- величини фінансових витрат, термінів впровадження та окуплення автоматики;
- ступеня використання автоматизованого обладнання.

Суттю сучасного підходу до автоматизації виробництва є не тільки застосування окремих локальних автоматичних пристроїв, регуляторів, роботів та маніпуляторів, але, головним чином, – створення сучасних, принципово нових

«високих» технологій та гнучких виробництв, а також розробка для них комплексних систем автоматизованого керування (АСК). Іноді це може означати повну перебудову, включаючи технологічні зміни, організацію виробництва та управління.

Створення автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСКТП), виробництвами (АСКВ) і підприємствами (АСКП) вимагає значних витрат на їх розробку, придбання необхідних технічних засобів, інших поточних витрат на забезпечення функціонування систем.

Основними показниками економічної ефективності від впровадження АСКВ, АСКТП є приріст обсягу реалізації продукції та зниження її собівартості. Поліпшення цих економічних показників найчастіше досягається за рахунок зменшення витрат на матеріали, енергію та сировину у розрахунку на одиницю продукції. Це може досягатись завдяки більш точній підтримці оптимального технологічного режиму, підвищенню якості продукції, збільшенню продуктивності устаткування за рахунок скорочення втрат робочого часу через незаплановані зупинки процесу, які викликаються через помилки керування.

Економічна ефективність капіталовкладень в автоматизацію визначається відношенням економії від функціонування АСК до витрат на її створення.

Застосування АСК дає можливість стабілізувати та оптимізувати технологічні процеси у виробництві, постійно контролювати витрату матеріалів і сировини та проводити аналіз відхилення їх фактичних витрат від нормативних. При цьому удосконалюється організація виробництва, зменшується потреба позаурочних робіт і відповідних доплат до них. Частково вивільнюється інженерно-технічні працівники та керуючий персонал за рахунок зниження працемісткості складання первинних документів, виконання облікових операцій та розрахунків. Це дозволяє знизити управлінські витрати у сфері керування.

Основними факторами підвищення ефективності від застосування АСК є:

- підвищення продуктивності праці внаслідок скорочення витрат робочого часу і оптимального завантаження робочого персоналу, а також раціональнішого використання засобів та технологічного обладнання;

- прискорення введення в експлуатацію об'єктів та збільшення потужностей для випуску продукції;
- скорочення термінів виготовлення готової продукції;
- забезпечення ритмічності роботи;
- скорочення витрат матеріальних та енергетичних ресурсів;
- підвищення якості продукції.

Спрощена методика підрахунку економічної ефективності впровадження АСК включає три показники:

- річний приріст прибутку;
- річний економічний ефект;
- ефективність зроблених витрат.

Річний приріст прибутку Π (річна економія) визначається за формулою:

$$\Pi = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \Pi_p + \frac{Z_1 - Z_2}{100} B_2, \quad (3.1)$$

де B_1, B_2 – річний випуск продукції до і після впровадження автоматизації, тис. грн.;

Π_p – прибуток від реалізації продукції до впровадження автоматизації, тис. грн.;

Z_1, Z_2 – витрати на 1 грн. вартості продукції до і після впровадження автоматизації, грн.

$\Pi = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \Pi_p$ – річний приріст прибутку за рахунок збільшення випуску продукції (тис.грн.);

$\frac{Z_1 - Z_2}{100} B_2$ – річний приріст прибутку за рахунок зниження витрат на виробництво (тис.грн.).

Ефективність АСКП визначається як приріст річного прибутку Π , який визначається, виходячи з методики (ДСТУ ГОСТ 24.702-85). Річний приріст

прибутку Π є одним з показників ефективності роботи підприємства і використовується для підрахунку річного економічного ефекту.

Річний економічний ефект E від впровадження АСКП розраховують за формулою:

$$E = (P_2 - C_2) - (P_1 - C_1) - E_n(K_2 - K_1), \quad (3.2)$$

де P_1 і P_2 – річні обсяги реалізації продукції в оптових цінах до й після впровадження АСКП (тис. грн.);

C_1 і C_2 – собівартість продукції до та після впровадження АСКП (тис. грн.);

K_1 і K_2 – капітальні витрати до й після запровадження в дію АСКП (тис. грн.);

E_n – нормативний галузевий коефіцієнт ефективності капітальних вкладень у засоби автоматизації й обчислювальну техніку (грн/ грн.).

Таким чином, ефективність зроблених витрат на впровадження АСК визначається відношенням результату (ефекту, прибутку) до відповідних витрат, тобто ефективність E можна визначити як прибутковість (%):

$$E = \frac{\Pi_p}{З}, \quad (3.3)$$

де Π_p – прибуток;

$З$ – витрати.

Обґрунтування економічної ефективності від впровадження АСК дозволяє вирішити не лише вищезазвані завдання, але і ряд інших, а саме:

- виявити необхідність та доцільність витрат на створення і впровадження автоматизованої системи на кожному з об'єктів;
- визначити пріоритетність впровадження найбільш економічно ефективних варіантів АСУП за окремими напрямками та в цілому;
- визначити обсяги капіталовкладень у систему автоматизованого управління на підприємстві;
- розрахувати термін окупності витрат на АСУ і порівняти його зі встановленими нормативами;

– визначити вплив впровадження нової технології на техніко-економічні показники діяльності підприємства;

– намітити черговість проведення робіт з автоматизації управління;

– порівняти економічну ефективність автоматизації управління з ефективністю інших заходів (наприклад, придбання нового устаткування) та ін.

При якісному проведенні комплексної автоматизації проекту підприємства робіт (ППР) щодо аналізаторів якості електроенергії виробничих приміщень, теоретично можна отримати до від 3 до 10% збільшення прибутку за рахунок збільшення кількості продукції та приблизно в цьому діапазоні зменшення витрат на виробництво. Для наглядності, візьмемо 10 % в обох змінних для зручності підрахунків.

Нехай за рік підприємство випускає продукції на 500000 грн, реалізує за 350000 грн. Перша частина формули, а саме річний випуск продукції складатиме: $((550000 - 500000) / 550000) \cdot 350000 = 35000$ грн. Друга частина (зменшення втрат на виробництво) складатиме: $((35 - 31.5)/100) \cdot 550000 = 19250$ грн. Таким чином при значенні 10 % збільшення прибутку(зменшення затрат) буде складати $35000 + 19250 = 54250$ грн, що для прибутку з 350000 грн прибутку становить 15.5 %. Збільшення прибутку за рік (П) – один з основних показників, за якими оцінюється ефективність роботи підприємства, та є змінною в формулі для підрахунку економічного ефекту за рік:

$$E = \left(\frac{B_2 - B_1}{B_1} \Pi_p + \frac{3_1 - 3_2}{100} \right) \cdot E_n \cdot K_a, \quad (3.3)$$

де E_n – нормативний показник ефективності фінансових вкладень в вибраній сфері промисловості;

K_a – затрати на проведення автоматизації (техніка, різного роду роботи, реконструкція тощо).

Для тих же даних, що застосовувались при попередньому розрахунку, значення економічного ефекту за рік дорівнює:

$$E = 54250 \cdot 40000 \cdot 0,15 = 325500$$

Зазвичай E_n рекомендують брати рівним 0,15. Витрати на проведення в даному випадку складатимуться з трьох статей, перша – покупка аналізаторів якості електропостачання до 10000 грн, покупка програмного забезпечення для підтримки ППР відносно аналізаторів якості електропостачання від 20000 грн. та третя – перепідготовка персоналу для роботи з вищезазначеним обладнанням, наприклад курси підвищення кваліфікації, в залежності від кількості співробітників (візьмемо $n = 2$) від 5000 грн на одну особу, тобто сумарні затрати дорівнюють від 40000 грн.

Ефективність витрат визначається терміном окупності, а також за допомогою вже розрахованого коефіцієнта ефективності (3.4):

$$T_{ок} = \frac{K_a}{\Pi}, \quad (3.4)$$

де $T_{ок}$ – термін окупності;

K_a – затрати на проведення автоматизації,

Π – річний приріст прибутку.

Відносно стартових даних термін окупності дорівнює:

$$T_{ок} = 40000/54250 \approx 8 \text{ місяців.}$$

Тобто в випадку, якщо збільшення прибутку за рахунок збільшення кількості продукції дорівнює 10 % та 10% зменшення втрат на виробництві, річний приріст прибутку, або річна економія, буде дорівнювати 54250 грн, а термін окупності дорівнюватиме близько 8 місяців.

3.5 Висновки по розділу 3

У третьому розділі магістерської атестаційної роботи було розроблена структурна схема процесу проведення ОК з використанням зовнішнього генератору в АТП сучасного виробництва і структурна схема засобів об'єктивного контролю з зовнішнім генератором для АТП виготовлення друкованих плат; проаналізовано характеристику наслідків при відсутності проведення операцій об'єктивного контролю; розглянута АРМ для спеціаліста з проведення операцій ООК та порядок розрахунку їх кількості та проведені необхідні розрахунки економічної ефективності за параметрами – річний приріст прибутку, річний економічний ефект, ефективність зроблених витрат на виробництві та виявлено що річний приріст прибутку, або річна економія, буде дорівнювати 54250 грн, а термін окупності дорівнюватиме близько 8 місяців.

4 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ ДИСТАНЦІЙНОГО ТЕСТУВАННЯ

4.1 Розробка програмного продукту

Для перевірки та моніторингу контролю параметрів операцій АТП (виготовлення друкованих плат) необхідно розташувати п'єзоелектричні датчики таким чином щоб охопити всі операції АТП. Таким чином при 15 стандартних операцій технологічного процесу виготовлення друкованих плат необхідно розташувати 14 датчиків, які повинні збирати інформацію про параметри проходження операцій АТП. Усі датчики з'єднані з технічними засобами АРМ. Також з технічним засобом АРМа (ПК) безпосередньо з'єднан генератор PeakTech 4060 MV довільних форм хвилі, який задає параметри сигналу для проходження технологічних операцій АТП. У програмному забезпеченні АРМа закладено декілька типів програмного продукту, які призначені для виконання декілька різних видів АТП. При проходженні інформації з генератора в автоматичному режимі проходить вибір необхідного програмного продукту для початку операцій АТП. При проходженні операцій даного АТП АРМ отримує інформацію про параметри виконання операцій в реальному масштабі часу. Тобто інформація при виконанні послідовних операцій АТП послідовно поступає в технічні засоби АРМа і відображається у вигляді графіків на екрані дисплея. Після закінчення операцій АТП інформація потрапляє в блок пам'яті для сформування звіта про виконання або для статистичного використання.

У випадку, коли один або декілька параметрів виконання операцій АТП не співпадає після порівняння з заданими то дана операція АТП зупиняє виконання а на екрані дисплея з'являється відповідний сигнал (звуковий) та номер технологічної операції на якому зупинив виконання АТП. На цьому

операції ОК закінчилися. В звіті ОК буде відображено час та порядковий номер операції, на якому він зупинився.

На рисунку 4.1 зображена блок-схема роботи програмного продукту.

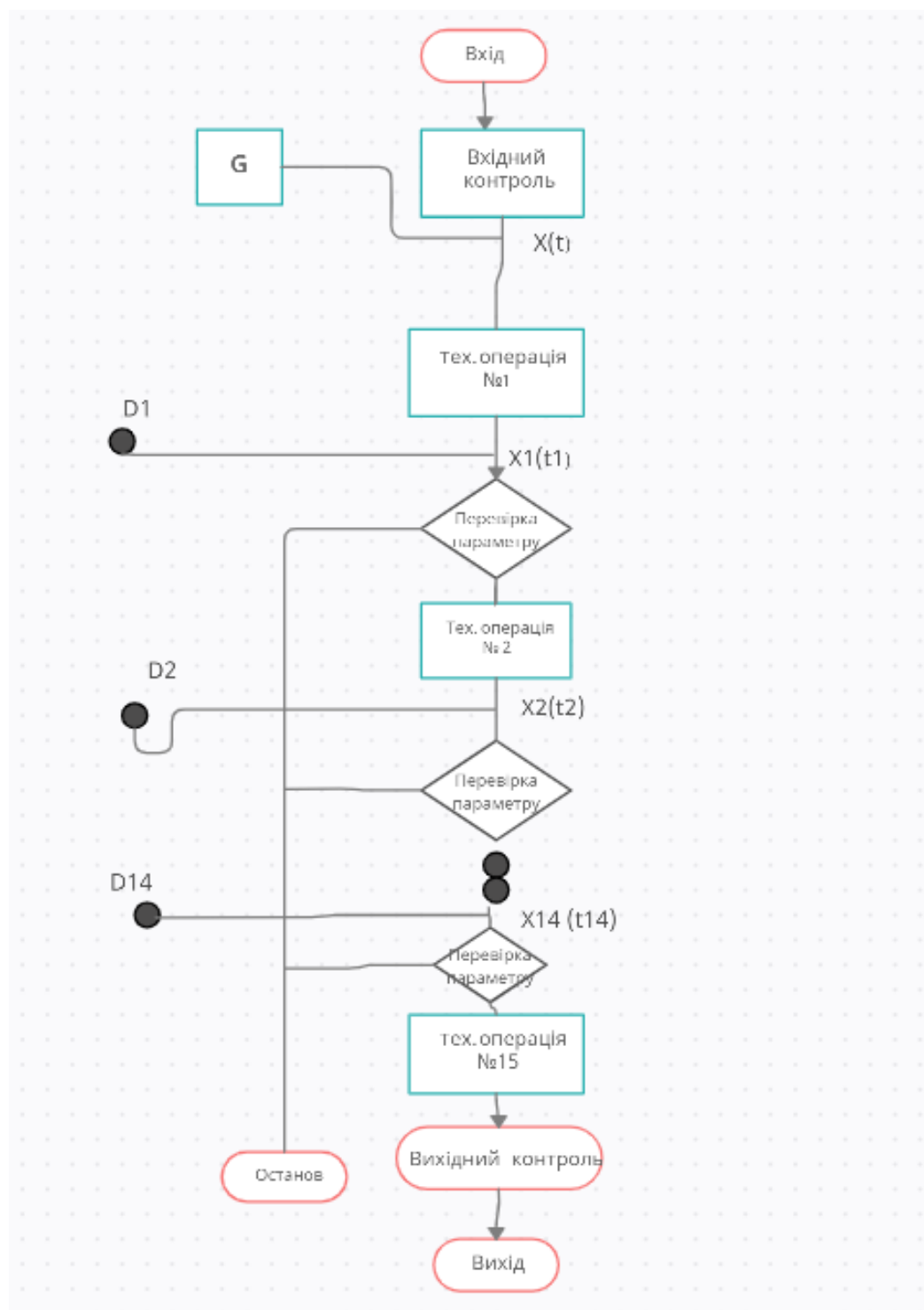


Рисунок 4.1 – Блок-схема програмного продукту

Принцип роботи програмного продукту:

Програмне забезпечення процесу контролю параметрів операцій АТП повинно виконувати порядок виконання операцій, час виконання операцій та правильність виконання. Зовнішній генератор видає сигнал $X(t)$ заданої форми і параметру на початок виконання АТП. Послідовність виконання операцій АТП виконується за допомогою отримання інформації $X_1(t_1)$ – операція №1, $X_2(t_2)$ – операція №2 і $X_{14}(t_{14})$ від послідовно розташованих п'єзоелектричних датчиків D1..D14. Після проходження сигналу кожної технологічної операції датчик спрацьовує та видає інформацію про те, що операція виконана. У випадку, якщо датчик не спрацював, то ПЗ видає інформацію про те, що послідовність виконання операцій порушена. Це означає збій виконання операцій АТП і виконання програми буде зупинено.

Наступним параметром контролю виконання операцій АТП є час виконання кожної технологічної операції. ПЗ при отриманні сигналу з зовнішнього генератора запам'ятовує параметри тривалості проходження кожного імпульсу сигналу. При виконанні кожної операції ПЗ порівнює значення заданого параметра з отриманим. У випадку, коли значення однакові, то АТП продовжує виконання операцій, а коли значення неоднакові, виконується останів програми.

Якщо усі операції АТП виконуються у заданих параметрах, то якість продукції буде в межах норми.

4.2 Експеримент

Експеримент був проведений на базі ТОВ НПФ «Харків-Прилад» в демонстраційному залі за допомогою обладнання фірми. Проводив тестування операцій об'єктивного контролю за допомогою пристрою сумісно зовнішнього генератора сигналів PeakTech® 4060 MV довільної форми хвилі та автоматизованого робочого місця (АРМ).

Демонстрація роботи автоматизованого дистанційного тестування контролю параметрів операцій АТП проведена за допомогою програмного забезпечення BenchVue. Зовнішній вигляд виконання програми наведено на рисунку 4.2.

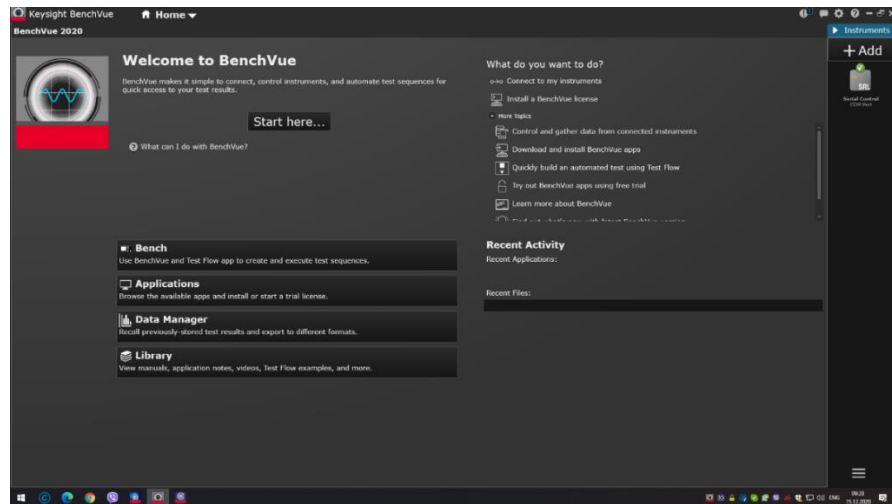


Рисунок 4.2 – Робоче вікно програми

Під час виконання тестової програми порівняння задаючого сигналу генератора і відображення параметрів цього сигналу на екрані дисплея у вигляді графіка в реальному масштабі часу. Сигнали генераторів наведені на рисунку 4.3.

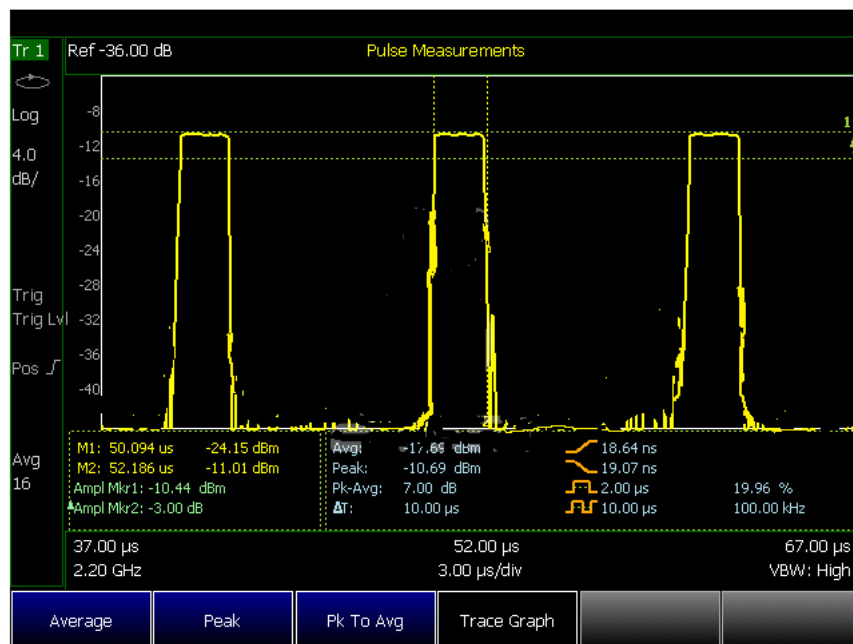


Рисунок 4.3 – Сигнали генераторів

Протягом часу у ході проведення експерименту зовнішній вигляд графіку сигналу змінився, хоча параметри сигналів залишились заданими, тому що при реальному виконанні операцій АТП на параметри заданого сигналу впливають зовнішні та внутрішні фактори впливу, які пов'язані з мережевою завадою та іншими реальними впливами. Результат тестового проходу технологічних операцій АТП наведено на рисунку 4.4.



Рисунок 4.4 – Тестовий прохід технологічних операцій

При зміні параметрів змінюється зовнішній вигляд заданого сигналу (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Зміна заданого сигналу при зміні параметрів

Як видно з отриманих результатів експерименту, на 1 графіку (рисунок 4.3) відображено заданий сигнал з генератора для виконання операцій АТП.

На наступному графіку (рисунок 4.4) відображено тестовий прохід виконання операцій АТП в реальному масштабі часу.

На останньому графіку (рисунок 4.5) наведен приклад зміни заданого сигналу при зміні параметрів.

Тест програми експерименту наведен в додатку А.

4.3 Висновки по розділу 4

У 4 розділі була розроблена блок-схема програмного забезпечення та описан її принцип роботи. Був проведений та описаний експеримент програмного забезпечення на підприємстві.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Правила роботи за комп'ютером

Більша частина робочої зміни оперативно-чергового складу на виробництвах проходить за комп'ютером, тому доцільно описати норми та правила, що направлені на роботу людини за комп'ютером.

Перелік нормативно-правових актів, які регулюють це питання, досить широкий. Наприклад, стаття 21 Кодексу законів про працю України визначає обов'язки роботодавця щодо забезпечення працівникам комфортних та безпечних умов праці, а стаття 13 Закону України «Про охорону праці» закріплює це право з позиції охорони праці. Більшість нормативних актів – акти підзаконного рівня – правила, інструкції, державні санітарні правила і норми (ДСанПН) тощо, якими врегульовуються окремі моменти щодо власне конструкції комп'ютерної техніки, особливостей облаштування приміщень для роботи з нею та ряду інших вимог.

Для того, щоб особи, які працюють з комп'ютером, меншою мірою втомлювались і зберігали високий рівень працездатності, потрібно раціонально організовувати їхні робочі місця. Зокрема, робоче місце має відповідати основним антропометричним даним людини. Крісло або стілець на робочому місці повинні мати висоту сидіння 40-50 см від рівня підлоги, а також відповідний кут нахилу спинки. Стегна працюючих при правильно організованому робочому місці мають розміщуватися паралельно підлозі, а стопи ніг – на підлозі або підставці [14]. Передній ряд клавіш комп'ютера має бути розташований так, щоб можна було без зусиль натискати клавіші трохи зігнутими пальцями при вільно опущених плечах і горизонтальному положенні рук. При цьому кут між плечем і передпліччям повинен становити 90°. Щоб досягти цього, висота робочої поверхні столу має становити 68-80 см, відстань

від підлоги до нижнього ряду клавіатури – 60-75 см, кут нахилу клавіатури – 5-15°. Нормативні відстані зображені на рисунку 5.1.



Рисунок 5.1 – Нормативні відстані при роботі за комп'ютером

Передній ряд клавіш комп'ютера має бути розташований так, щоб можна було без зусиль натискати клавіші трохи зігнутими пальцями при вільно опущених плечах і горизонтальному положенні рук. При цьому кут між плечем і передпліччям повинен становити 90°. Щоб досягти цього, висота робочої поверхні столу має становити 68-80 см, відстань від підлоги до нижнього ряду клавіатури – 60-75 см, кут нахилу клавіатури – 5-15°.

Монітори потрібно розміщувати на висоті рівня очей (висота від підлоги до нижнього краю екрана має становити 95-100 см) на відстані 60-70 см від оператора (відстань від краю столу – 50-70 см). Кут зору працюючого щодо екрана має дорівнювати 10-20°, але не більше 40°, кут між верхнім краєм монітора і рівнем очей користувача має становити менш як 10°. Найдоцільніше розміщувати екран перпендикулярно до лінії погляду користувача. Кут нахилу екрана по вертикалі має становити 0-30°. З цією метою сучасні монітори комплектують підставкою з поворотним кронштейном, що дає змогу регулювати кут нахилу монітора і горизонтально обертати його навколо вертикальної осі.

Висоту екрана від поверхні підлоги регулюють змінюючи висоту робочої поверхні столу. Іноді монітори встановлюють на спеціальні підставки, що уможлиблює його переміщення у просторі у вертикальному та горизонтальному напрямках [15].

5.2 Правила поведінки при роботі з електричним струмом

Робота оперативного чергового складу безпосередньо пов'язана з електричним струмом, тому доцільним є привести норми, що створені для такої роботи.

Сучасне виробництво нерозривно пов'язане з використанням електроенергії. В умовах експлуатації потужних енергосистем, електричних машин та апаратів, розвитку обчислювальної техніки і приладобудування, роботизації та комп'ютеризації виробництва важливого значення набуває проблема в електробезпеці – захисті електротехнічного персоналу та інших осіб, які обслуговують електроустаткування від ураження електричним струмом.

Аналіз загальної кількості виробничих нещасних випадків свідчить, що кількість електротравм становить 1,0-1,5%, а в енергетиці навіть 3-5%. Але серед нещасних випадків зі смертельним наслідком електротравми становлять 20-40% на виробництві, а в енергетиці до 60%, займаючи одне з перших місць. При цьому 60-85% смертельних уражень електричним струмом відбувається в електроустановках напругою до 1000 В (127-380 В).

Електротравматизм порівняно з іншими видами травматизму має деякі відмінні особливості. Перша особливість полягає у тому, що організм людини не має органів, за допомогою яких можна дистанційно визначити наявність напруги, як, наприклад, теплову, світлову енергію, деталі, які рухаються. Тому захисна реакція організму виявляється тільки після потрапляння під напругу. Друга особливість електротравматизму полягає в тому, що струм, який проходить крізь людину, діє не тільки в місцях контактів та на шляху протікання крізь організм, а й викликає рефлекторну взаємодію, спричиняючи порушення

нормальної діяльності окремих органів (серцево-судинної системи, системи дихання). Третьою особливістю є можливість отримання електротравми, не маючи безпосереднього контакту зі струмопровідними частинами – переміщення по землі поблизу пошкодженої установки (у випадку замикання на землю), ураження через електричну дугу. Четверта особливість електротравматизму – це те, що у більшості випадків для розслідування, обліку та аналізу доступні тільки електротравми з тяжкими та смертельними наслідками.

Безпека людини на виробництві залежить від багатьох факторів і, зокрема, від рівня електробезпеки. Грамотне вирішення проблеми електробезпеки має забезпечувати людині використання електричної енергії в будь-яких умовах без ризику для життя. Електробезпека – це система організаційних та технічних заходів і засобів, які забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики (ГОСТ 12.1.009-76). Електричний струм, який проходить крізь живий організм, чинить термічну, електролітичну та біологічну дію. Термічна та електролітична дія властива будь-яким провідникам, а біологічна – тільки живій тканині.

Термічна (теплова) дія струму виявляється в опіках окремих ділянок тіла, нагріванні до високої температури кровоносних судин, нервів, серця, мозку та інших органів, які перебувають на шляху протікання струму, що викликає серйозні функціональні розлади цих органів й організму в цілому. Електролітична (хімічна) дія струму виражається в розкладі (електролізі) органічних рідин, в тому числі й крові, що супроводжується значними порушеннями їх фізико-хімічного складу. Біологічна дія струму виявляється в подразненні та збудженні живих тканин організму, а також у порушенні внутрішніх біоелектричних процесів, які протікають у нормально діючому організмі й тісно пов'язані з його життєвими органами. Подразнювальна біологічна дія на тканини організму може бути прямою, коли струм проходить безпосередньо по цих тканинах, і рефлекторною, тобто дія відбувається через

центральною нервовою системою, а шлях струму пролягає за межами цих тканин. Механічна (динамічна) дія струму виявляється в розшаруванні, розриві та інших подібних пошкодженнях різних тканин організму, в тому числі м'язової тканини, стінок кровоносних судин легеневої тканини тощо внаслідок електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари від перенагрітої струмом рідини тканини і крові .

Різноманітність дій електричного струму на організм людини може призвести до різних електротравм, які умовно можна звести до двох видів: місцевих електротравм, коли виникає місцеве пошкодження організму, і загальних електротравм, так званих електричних ударів, коли уражається (або створюється загроза ураження) весь організм через порушення нормальної діяльності життєво важливих органів і систем .

Приблизний розподіл нещасних випадків від електричного струму в промисловості за зазначеними видами травм такий: 20% – місцеві електротравми; 25% – електричні удари; 55% – змішані травми, тобто одночасно місцеві електротравми й удари [16].

5.3 Пожежна безпека в приміщенні

Згідно ПУЕ-2011 приміщення має пожежонебезпечні зони класу П-Па (містить тверді або волоконні речовини) згідно НАПБ Б.03-002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою, даний технологічний процес по категорії пожежонебезпеки відноситься до категорії В (маються речовини і матеріали, здатні горіти при взаємодії з повітрям кисню).

Згідно ДБН В.1.1.7-2002. Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва, дана чотириповерхова залізобетонна будівля має вогнестійкість І ступеня. Згідно ДСТУ 14254-96. Ступені захисту, що забезпечуються оболонками обладнання (код IP), обладнання відповідає коду IP 44.

Таким чином, загальні вимоги пожежної безпеки виконані, так як наведені характеристики відповідають один одному.

До числа основних причин в пожежі в даному приміщенні відносяться: порушення техніки безпеки і правил експлуатації електрообладнання, застосування відкритого вогню і куріння, старіння ізоляційних матеріалів і відмова пристрою максимального струмового захисту при КЗ (запобіжника).

Для попередження пожежі в даних умовах застосовані наступні технічні заходи:

- контроль ізоляції, стану електропроводки, пристрою максимального струмового з періодичністю 1 раз на рік;
- перетин проводів відповідає максимальному струму навантаження;
- мінімальну кількість використовуваних горючих матеріалів.

Відповідно до НАПБ Б.03. 001-2004. «Типові норми належності вогнегасників» в якості первинних засобів пожежогасіння використовуються три вуглекислотних вогнегасників ВВК-2 та одне пожежне покривало розмірами 1,5 м х 1,5 м.

Виконано наступні організаційні заходи:

- питання пожежної профілактики включені в інструктажі з охорони праці;
- призначений відповідальний за пожежну безпеку (інженер).

З огляду на те, що відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу з виробничої будівлі становить 55 м (менше 75 м), евакуація співробітників в разі пожежі може здійснюватися з наступним маршрутом: вихід з приміщення, коридор, вестибюль, вихід з будівлі. На всьому протязі маршруту пропонується встановити евакуаційне освітлення.

Також пропонується встановити в приміщенні чотири датчика автоматичної пожежної сигналізації ІП212-51 (обслуговується площа до 30 м), що реагують на появу диму[17].

ВИСНОВКИ

У магістерській атестаційній роботі досліджено порядок та способи проведення операцій об'єктивного контролю з використанням генераторів сигналів для здійснення правильності та послідовності операцій АТП.

Для цього проведений теоретичний аналіз обґрунтування необхідності проведення операцій ОК АТП та підбір генераторів сигналів і програмних засобів для здійснення цього контролю.

На основі проведеного дослідження було розроблено та запропоновано для впровадження у промисловість порядок та способи проведення операцій об'єктивного контролю.

Розрахована економічна ефективність застосування операцій ОК на виробництві – річний приріст прибутку, річний економічний ефект, ефективність зроблених витрат на виробництві. Виявлено, що річний приріст прибутку, або річна економія, буде дорівнювати 54250 грн, а термін окупності дорівнюватиме близько 8 місяців.

Розроблено тестове програмне забезпечення операцій об'єктивного контролю параметрів з використанням зовнішнього генератора сигналів для здійснення правильності та послідовності операцій АТП. Провів демонстрацію роботи на базі ТОВ НПФ «Харків-Прилад». Отримано відповідні графіки контролю параметрів.

Можливо запропонувати принцип автоматизації та операцій об'єктивного контролю в галузі металургійної, хімічної, атомної енергетики та важкого машинобудування, де присутні автоматизовані технологічні процеси.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки до магістерської атестаційної роботи для студентів спеціальності 8.05090203 «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки» / Упоряд. І.Ш. Невлюдов, В.А. Палагін, Є.А. Разумов-Фризюк, І.В. Жарікова. –Харків: ХНУРЕ. – 2011. -49 с.
2. ДСТУ 3008-15. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення [Текст]. - Введ. 2015-06-22. - К.: Держстандарт України, 2017. - 29 с.
3. Генератор сигналів – [Електронний ресурс]. – Режим доступу. – URL:<https://doc.platan.ru/docs/pdf/generatory-signalov.pdf/> – 11.12.2015 – Загл. з екрану.
4. Генератор сигналів UNI-T UTG2062A. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://all-spares.ua/uk/dds-arbitrary-waveform-generator-uni-tutg2062a.php> – 07.04.2015 – Загл. з екрану.
5. Генератор сигналів SIGLENT SDG5082. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://all-spares.ua/ru/arbitrary-waveform-function-generatorsiglent-sdg5082.php>. – 05.07.2016 – Загл. з екрану.
6. Універсальний генератор сигналів RIGOL DG4102. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : URL: <https://all-spares.ua/uk/arbitrary-waveform-functiongenerator-rigol-dg4102.php>. – 10.09.2015 – Загл. з екрану.
7. Андрушко М.В., Ратушний С.В. Дослідження шляхів створення системи об'єктивного контролю сучасних БПАК та уніфікації наземних систем обробки інформації / Системи озброєння і військова техніка, 2018, № 2(54). с. 67-75.
8. Класифікатор професій ДК 003:2010 [Електрон. Ресурс] / Режим доступу: URL: <https://buhgalter911.com/uk/spravochniki/klassifikatory/klasifikator-profesiy/> – 27.09.2016 – Загл. з екрану.

9. Функціональний генератор сигналів PeakTech® 4060 MV [Електрон. ресурс]. – Режим доступу : URL: <https://industrial-solutions.com.ua/store/others/PeakTech-4060-MV> – 15.08.2019 – Загл. з екрану.

10. Дерев'янченко О.В., Плакидюк В.О. Система автоматичного тестування програм під ОС Android / «Штучний інтелект» 2013 № 4. С. 442-452.

11. Разработка модульных и инструментальных тестов Android [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL:http://www.vogella.com/articles/AndroidTesting/article.html#roboelectric_overview – 13.03.2016 – Загл. з екрану.

12. Автоматизація бізнес-процесів: підготовка і впровадження. Автоматизація процесів Програми автоматизації економічних процесів [Електрон. ресурс] Insight magazine / Режим доступу: URL: <https://insight-magazine.ru/uk/znaniya/avtomatizaciya-biznes-processov-podgotovka-i-vnedrenie-avtomatizaciya> – 19.11.2018 – Загл. з екрану.

13. Економічні аспекти автоматизації. [Електрон. ресурс] – Режим доступу: URL: <https://bibl.com.ua/fizika/5/index.html?page=5> – 13.06.2018 – Загл. з екрану.

14. Охорона праці при роботі з комп'ютерною технікою. [Електрон. ресурс] / Охорона праці та пожежна безпека / – Режим доступу: URL: <https://oppb.com.ua/content/ohorona-praci-pry-roboti-z-kompyuternoyu-tehnikoyu> – 23.09.2015 – Загл. з екрану.

15. Охорона праці при роботі з ПК. [Електрон. ресурс] – Режим доступу: URL: <https://lektsii.org/3-115998.html> – 05.07.2017 – Загл. з екрану.

16. Основи електробезпеки та захист працівників. [Електрон. ресурс] Режим доступу: URL: https://pidru4niki.com/14210923/bzhd/osnovi_elektrobezpeki_zahist_pratsivnikov – 02.11.2015 – Загл. з екрану.

17. Бородін В. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ Охорона праці. Терміни та визначення основних понять ДСТУ 2293:2014 [Текст] / В. Бородін, В. Каньшин, М. Лисюк : наказ Мінекономрозвитку України від 02 грудня 2014 р. № 1429 з 2015– 05–01.