



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54511 (13) U
(51) МПК (2009)
A23N 17/00
G06Q 10/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА КОМБІКОРМУ

1

2

(21) u201006332

(22) 25.05.2010

(24) 10.11.2010

(46) 10.11.2010, Бюл.№ 21, 2010 р.

(72) ДІОРДІЄВ ВОЛОДИМИР ТРИФОНОВИЧ, КАШКАРЬОВ АНТОН ОЛЕКСАНДРОВИЧ

(73) ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб автоматизованого керування технологічним процесом виробництва комбікорму, який включає централізований мікропроцесорний засіб керування, котрий виконує функції збору і обробки вхідної інформації, генерацію керуючих впливів, зберігання інформації, який **відрізняється** тим,

що послідовність спрацювань виконавчих механізмів та етапів технологічного процесу задається відповідно до багаторівневої структурованої мережі Петрі, інформація про час спрацювання вимірювальних пристроїв зберігається у матрицях інцидентності зазначеної мережі, оцінка часу спрацювань виконавчих механізмів та вимірювальних пристроїв виконується математичним апаратом гармонійного аналізу, корегування параметрів та настроювань мікропроцесорного засобу керування відповідає результатам аналізу матриць інцидентності багаторівневої структурованої мережі Петрі та навантажувальних діаграм електродвигунного приводу технологічного обладнання.

Корисна модель відноситься до автоматизації технологічних процесів і може бути використана при автоматизації процесу виробництва комбікорму на технологічних комплексах малої та середньої продуктивності.

Відомий спосіб керування виробництвом комбікорму [Пат. 2278527-С1 Российская федерация МПК А23N 17/00. - Спосіб управління процесом приготування комбікорма. - Бюллетень. - 2006. - №18], який складається із змішування розсипного комбікорму з гарячими гранулами, витримки рухомого шару отриманої суміші в охолоджувача, які працюють у режимах конденсації і регенерації, подрібнення, фракціонування гранул, з наступним їх покриттям шаром жиру, з одночасним вимірюванням витрати розсипного комбікорму, витрати і температури гранул, витрати і тиску пари на етапі гранулювання та витрати і температури повітря при охолодженні гранул. Недоліком даного способу вважаємо жорсткість алгоритму початку роботи технологічних машин, наявність вимірювальних пристроїв дублюючих інформацію, опис технологічного процесу не пристосовано до реалізації інструментами мікропроцесорних засобів керування, розгалуженість технологічної лінії, насиченість процесу виробництва правилами та використання традиційного підходу розробки автоматизованої системи керування робить її жорсткою, що виклю-

чає її серійність, можливість зниження витрат на етапі розробки аналогічних систем та ускладнює її обслуговування і модернізацію.

Також відомий спосіб і система модифікації об'єктно-орієнтованих програм для керування автоматизованим устаткуванням [Пат. FR 2858436 А1 Республіка Франція МПК G06F 9/44. - Procédé et système pour modifier un programme orienté objet en cours d'exécution. - Бюллетень. - 2005. - № 5], який складається з проміжного коду програмного забезпечення, котрий може бути перетворений у код виконавчої машини під час виконання алгоритму обробки даних за допомогою генерації тимчасового зміненого програмного коду, його порівняння із початковим кодом і включення змін під час її роботи. Недоліком даного способу є непристосованість до автоматизованої системи керування технологічними процесами, що виражається необхідністю створення додаткових інтерфейсів між об'єктами. Крім того, у випадку комплексів виробництва комбікорму малої та середньої продуктивності, що характеризуються малою кількістю однотипного дискретного обладнання, об'єктно-орієнтований підхід втрачає свою ефективність.

Найбільш близьким за технічною сутністю до заявленого способу обрано автоматизовану систему керування технологічним процесом виробництва комбікорму, яка включає централізований

(19) UA (11) 54511 (13) U

мікропроцесорний засіб керування котрий виконує функції збору і обробки вхідної інформації, генерації керуючих впливів та зберігання інформації [Виктор Букреев, Николай Гусев, Михаил Нечаев и др. АСУ ТП производства комбикормов на базе контроллера Fastwel RTU188-BS. СТА №2, 2006. - С. 74-79].

Недоліком автоматизованої системи керування прототипу є жорсткість програмного забезпечення, складність корегування системи керування та модернізації програмного забезпечення відповідно до удосконалення технологічної схеми, невикористана можливість підвищення інформативності вимірювальних пристроїв та розширення переліку сервісних функцій системи керування.

В основу заявленого способу поставлена задача розробки гнучкої автоматизованої системи керування технологічним процесом виробництва комбікорму на базі мікропроцесорних засобів автоматизації з універсальним алгоритмічним забезпеченням, що дозволить гнучко керувати послідовністю спрацювань виконавчих механізмів та етапами технологічного процесу, підвищити інформативність вимірювальних пристроїв, ідентифікувати аварійні режими роботи технологічного обладнання, підвищити надійність технологічного комплексу та системи керування і розширити перелік сервісних функцій.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що спосіб автоматизованого керування технологічним процесом виробництва комбікорму, який складається з централізованого мікропроцесорного засобу керування, котрий виконує функції збору і обробки вхідної інформації, генерації керуючих впливів, зберігання інформації, який відрізняється тим, що послідовність спрацювань виконавчих механізмів та етапів технологічного процесу задається відповідно до багаторівневої структурованої мережі Петрі, інформація про час спрацювання вимірювальних пристроїв зберігається у матрицях інцидентності зазначеної мережі, оцінка часу спрацювань виконавчих механізмів та вимірювальних пристроїв виконується математичним апаратом гармонійного аналізу, корегування параметрів та настроювань мікропроцесорного засобу керування відповідає результатам аналізу матриць інцидентності багаторівневої структурованої мережі Петрі та навантажувальних діаграм електродвигунного приводу технологічного обладнання.

Послідовність спрацювань виконавчих механізмів та етапів технологічного процесу згідно заявленого способу задається відповідно до багаторівневої структурованої мережі Петрі і забезпечує можливість розробки гнучкої автоматизованої системи керування технологічним процесом виробництва комбікорму на базі мікропроцесорних засобів автоматизації з універсальним алгоритмічним забезпеченням, що дозволить гнучко керувати послідовністю спрацювань виконавчих механізмів та етапами технологічного процесу.

Зберігання інформації про час спрацювання вимірювальних пристроїв та виконавчих механізмів у матрицях інцидентності мережі Петрі дозволяє реалізувати алгоритми підвищення інформативності вимірювальних пристроїв.

Здійснення оцінки часу спрацювань виконавчих механізмів та вимірювальних пристроїв математичним апаратом гармонійного аналізу також дозволяє підвищити інформативність вимірювальних пристроїв та ідентифікувати аварійні режими роботи технологічного обладнання.

Корегування параметрів та настроювань мікропроцесорного засобу керування, котре відповідає результатам аналізу матриць інцидентності багаторівневої структурованої мережі Петрі та навантажувальних діаграм електродвигунного приводу технологічного обладнання, дозволить підвищити надійність технологічного комплексу, системи керування ним та розширити перелік сервісних функцій.

Таким чином, запропонований спосіб забезпечує можливість розробки гнучкої автоматизованої системи керування технологічним процесом виробництва комбікорму на базі мікропроцесорних засобів автоматизації з універсальним алгоритмічним забезпеченням.

Технічна сутність і принцип дії запропонованого способу пояснюється графічним матеріалом:

на фіг. 1. - технологічна схема комплексу виробництва комбікорму;

на фіг. 2. - багаторівнева структурована мережа Петрі. Модель технологічної схеми комплексу виробництва комбікорму;

на фіг. 3. - підвищення інформативності вимірювальних пристроїв (оцінка часу спрацювань виконавчих механізмів та вимірювальних пристроїв);

на фіг. 4. - підвищення інформативності вимірювальних пристроїв (аналіз навантажувальних діаграм приводних електродвигунів).

Технологічний комплекс, на прикладі якого пояснюється спосіб, складається з завантажувальних транспортерів 1 та 2, засувок 3 та 4, двох бункерів початкових компонентів 5 та 6, дозаторів 7 та 8, дробарки 9, змішувача 10 та вивантажувального транспортеру 11.

Багаторівнева структурована мережа Петрі, котра складена відповідно до власних правил, яка відповідає прийнятому зразку, складається з двох рівнів. Перший рівень визначає послідовність технологічних операцій, який містить складення переходу, розкриття множини яких представляє другий рівень - рівень операцій. Топологією першого рівня визначається послідовність технологічних операцій, в яких комбікорм або компонент комбікорму транспортується на тривале або тимчасове зберігання чи проходить певні етапи зміни фізико-хімічних властивостей. Топологією другого рівня визначається послідовність операцій, які вимагають введення додаткових даних оператором, пуску і поточної роботи виконавчих механізмів та контролю стану вимірювальних пристроїв.

Алгоритм оцінки часу спрацювань виконавчих механізмів та вимірювальних пристроїв складається з таких блоків: початок роботи алгоритму 1, зберігання процедури отримання номеру вимірювального пристрою 2, перевірка правильності отриманих даних 3, 4 процедура звернення до блоку 5 для отримання еталонних значень часу спрацювань $x_{ет}$ та розрахункової похибки $\delta_{ет}$, 6

процедура отримання дозволу відліку з логічною перевіркою у блоці 7, ініціалізація змінної часу відліку x_{temp} у блоці 8 з наступним очікуванням 9, блоки сервісних повідомлень 10-13, блоки порівнянь поточних і експертних даних 14-17 з можливістю подальшого аналізу у блоках 18 та 19 та оцінкою розрахункових даних 20, блоки повідомлень 21 та 22, інтерфейсу експерту або користувача 23, блок закінчення алгоритму 24.

Алгоритм аналізу навантажувальних діаграм складається з таких блоків: 30 початок виконання алгоритму, 31 блок вибору машини з електродвигунним приводом та ініціалізації уставок і тривалості діаграми, 32 блок поєднання бази експертних даних 33 з вхідною інформацією, логічний блок перевірки роботи відповідної машини 34 з блоком повідомлення 35, 36 блок отримання навантажувальної діаграми, блок 37 обчислення отриманих даних та їх аналізу у блоці 38, блок 39 накопичення уставки, порівняння експертних та практичних значень уставок 40 з можливістю повтору алгоритму 41 та блоку 42 закінчення виконання алгоритму.

Спосіб керування реалізується за наступними принципами.

Відповідно до прийнятої технологічної схеми комплексу виробництва комбікорму експертом складається багаторівнева структурована мережа Петрі за концепцією, яка описана вище. З урахуванням математичного апарату мереж Петрі та рівня деталізації програмного забезпечення топологія обох рівнів структурованих мереж може змінюватись з огляду на технологічну схему комплексу виробництва комбікорму.

Згідно з правилами будови мережі Петрі, будуються матриці інцедентності, відповідно до прикладу (1-й рівень):

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6
P_1	1			1		
P_2	1					
P_3		1				
P_4				1		
P_5			1			
P_6					1	
P_7					1	
P_8						1

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8
t_1			1					
t_2	1	1				1		
t_3	1			1			1	
t_4					1			
t_5								1
t_6								

Під час складання мережі визначаються вузли програмної генерації маркерів та які генеруються за правилами спрацювань мережі Петрі. Останні вузли здійснюють поточне керування технологічним процесом та інформують про його поточний етап. Вузли з програмною генерацією маркерів потрібні для синхронізації паралельних процесів або дозволу на виконання відповідного етапу тех-

нологічного процесу.

У випадку, коли кожний вхід будь-якого переходу 1-го рівня має у своєму складі маркер, здійснюється звернення до відповідної послідовності функцій моделі 2-го рівня, яка складається з нерозгалужених мереж, які мають матриці інцедентності з значенням «1» по головній діагоналі:

	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
t_1		1			
t_2			1		
t_3				1	
t_4					1

	t_1	t_2	t_3	t_4
P_1	1			
P_2		1		
P_3			1	
P_4				1
P_5				

Після виконання послідовності функцій мереж 2-го рівня маркер передається далі відповідно до розмітки 1-го рівня з відповідною індикацією на засобах візуалізації. Необхідно зазначити, що запропонований спосіб тільки координує послідовність реалізації функцій, які можуть складатись з традиційних алгоритмів керування певним технологічним обладнанням.

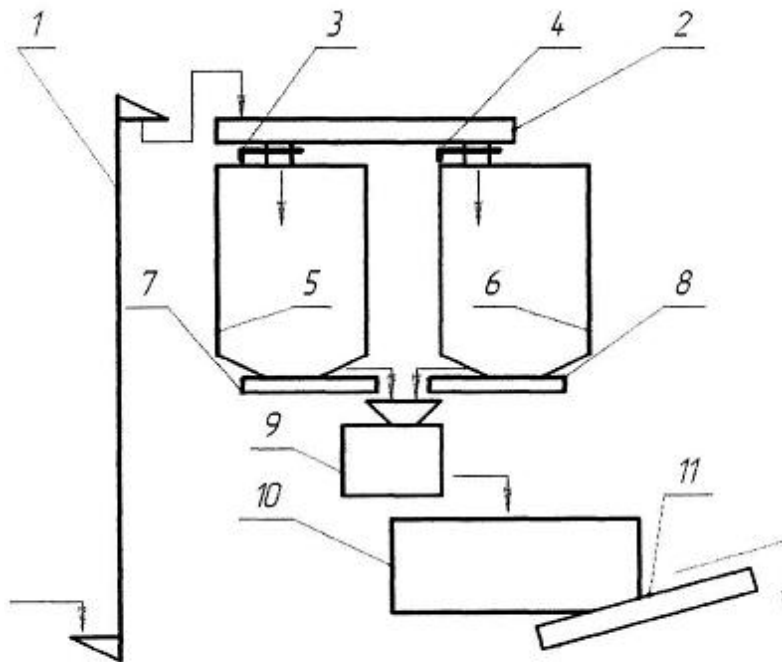
Поточні дані про тривалість спрацювань переходів кожного рівня зберігаються у відповідних матрицях інцедентності. В результаті уведення конструктивних даних технологічного обладнання, за допомогою програмного забезпечення, розраховуються матриці інцедентності еталонної моделі, в якій містяться розрахункові дані тривалості спрацювань виконавчих механізмів, вимірювальних пристроїв та їх похибки, і яка входить до бази експертних даних. При цьому, наявність одиниці у певній комірці матриці свідчить про прив'язку відповідного масиву даних.

Підвищення інформативності вимірювальних пристроїв за рахунок оцінки часу їх спрацювань та спрацювань виконавчих механізмів виконується у визначеній послідовності (фіг. 3.). Відповідно до етапів технологічного процесу, описаних мережею 2-го рівня, та необхідності контролю показань вимірювального пристрою здійснюється його вибір у блоці 2. Після чого з бази експертних даних 5 надходить інформація про еталонні данні x_{et} та розрахункові похибки 8 (блок 4), а також ініціалізується змінна часу x_{temp} (блок 8), яка накопичується та порівнюється у блоці 9, котрий направляє подальші дії в залежності від стану вимірювального пристрою та величини x_{temp} за допомогою логічних блоків 14-17 та відповідних повідомлень 10-13 за допомогою інтерфейсу експерта або користувача 23. У випадку спрацювання вимірювального пристрою у межах допустимих значень виконується аналіз отриманої інформації за допомогою дискретного перетворення Фур'є (блок 18, 19), що дозволяє визначити статистичну значущість відхилень (20) та ідентифікувати зміну режиму роботи виконавчого механізму або самого вимірювального

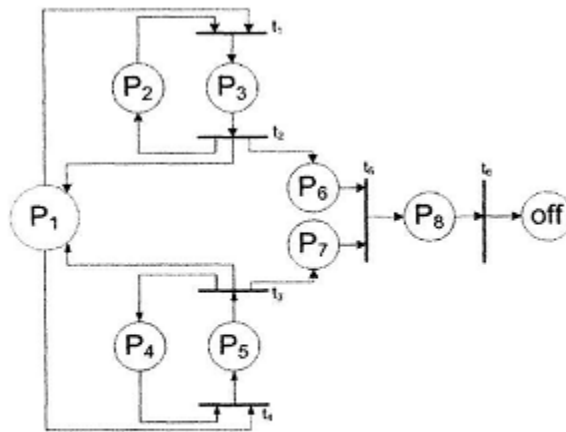
пристрою (21, 22) з індикацією на інтерфейсу експерта або користувача 23.

Підвищення інформативності вимірювальних пристроїв за допомогою аналізу навантажувальних діаграм приводних електродвигунів виконується за спрощеним алгоритмом (фіг. 4). Відповідно до етапів технологічного процесу, описаних мережею 2-го рівня, на ділянках транспортування, дозування та переробки компонентів комбікорму або готової комбікормової суміші здійснюється вибір машини у блоці 31 з визначенням накопиченої уставки $S_{уст}$, тривалості ділянки навантажувальної діаграми $t_{вар}$ та ініціалізації тимчасової змінної уставки $S'_{уст}$. За обраною машиною з бази експертних даних 33 до блоку 32 надається інформація про навантажувальну діаграму обраної машини у

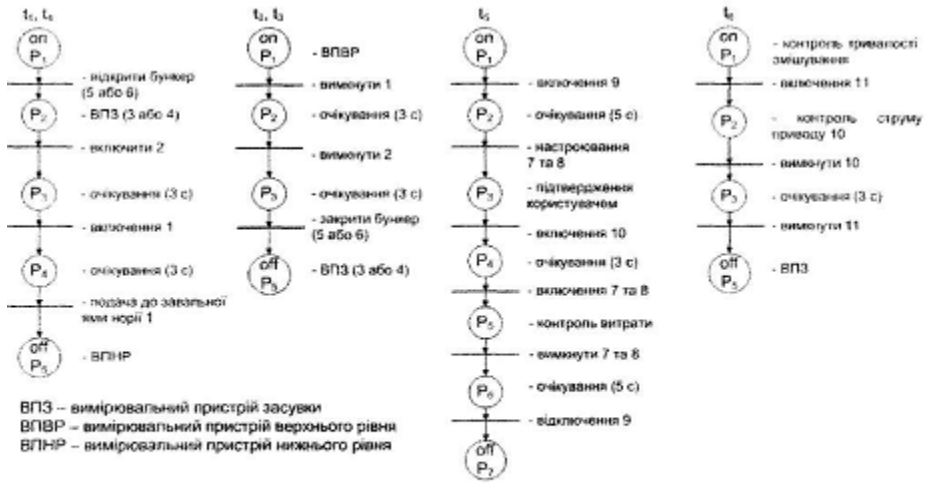
режимі холостого ходу у вигляді неперервної функції $f_x(t)$. Одночасно з увімкненням відповідного приводу технологічної машини (34) ініціалізується змінна початку відліку t_{start} . У блоці 36 виконується реєстрація даних за інтервал часу $t_{вар}$, по закінченню якого у блоці 37 за допомогою дискретного перетворення Фур'є формується неперервна функція $f_{temp}(t)$ в інтервалі $[t_{start}; t_{вар}]$ з подальшим обчисленням у блоці 38 величини уставки S_{temp} на заданому інтервалі, як різниці площ визначених інтегралів функцій отриманої навантажувальної діаграми $f_{temp}(t)$ та $f_x(t)$. У блоці 39 отримане значення S_{temp} додається до $S'_{уст}$ і порівнюється з $S_{уст}$ (40). При приблизно рівному значенні уставок виконання алгоритму припиняється.



Фіг. 1

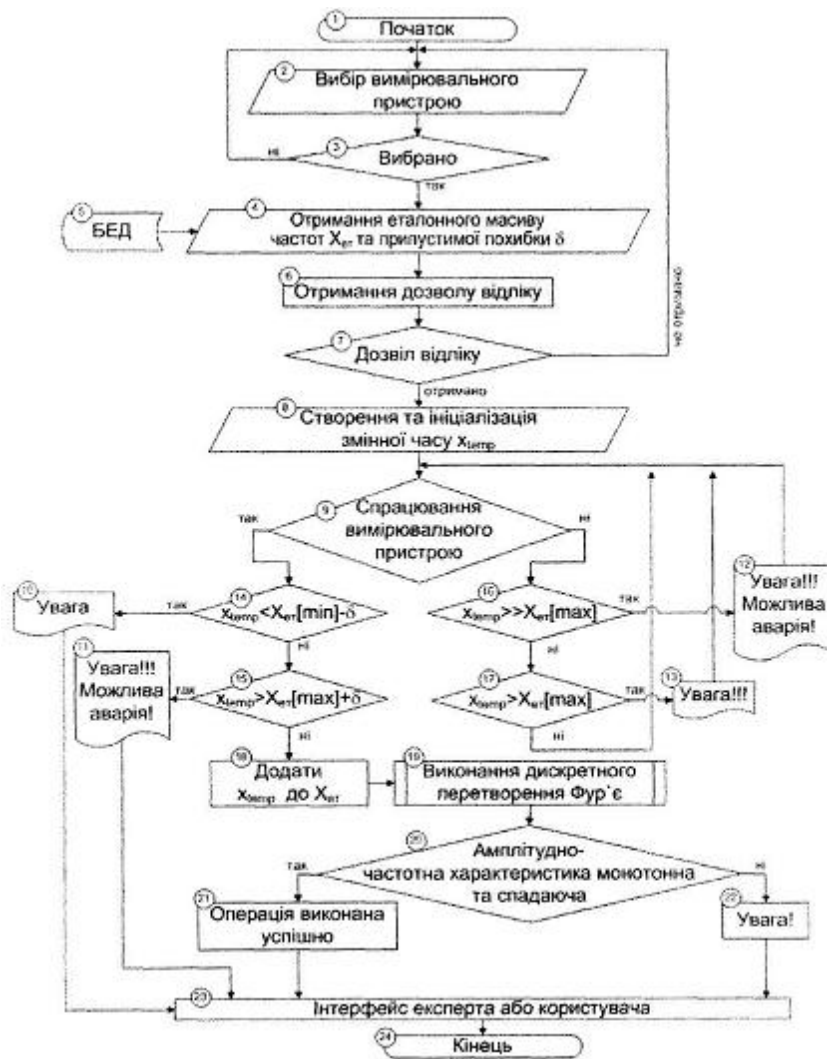


1-й рівень

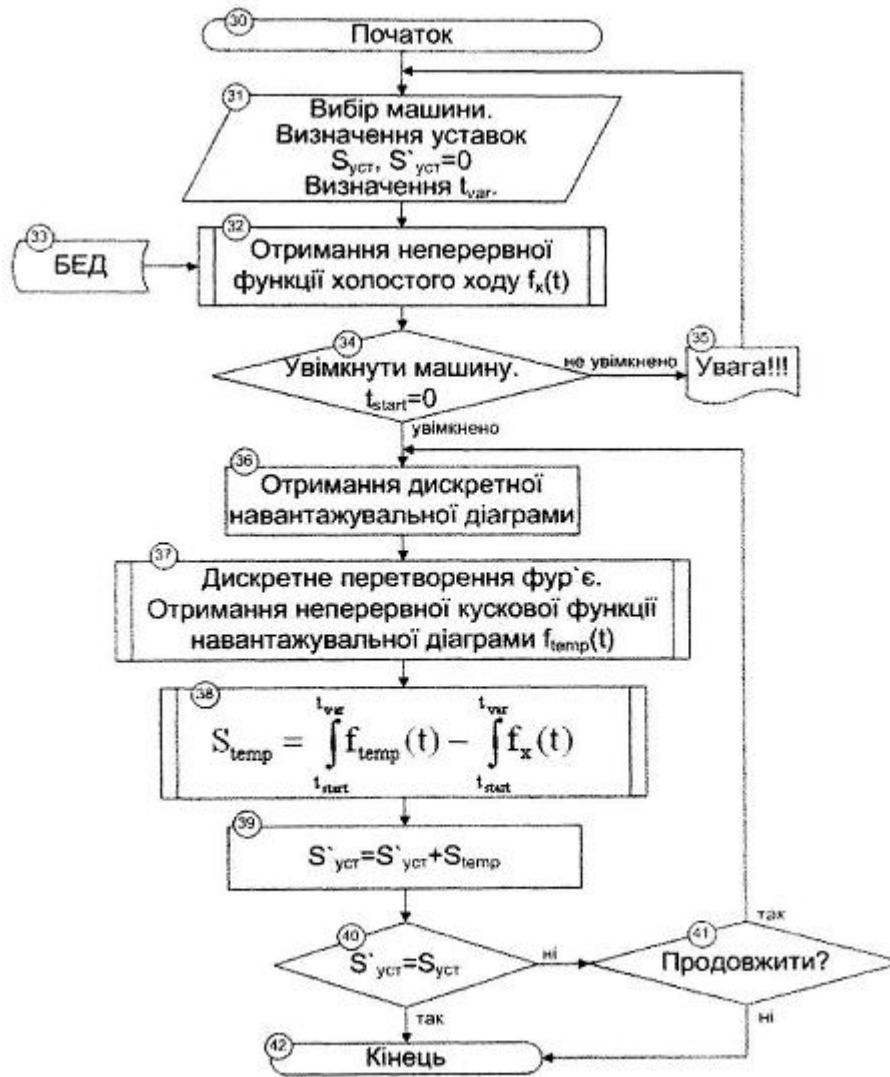


2-й рівень

Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4