

*Визначені загальні принципи ситуаційного управління технологічними об'єктами. Розглянута структура прогнозного графа і методологія його побудови для вакуум-апарата періодичної дії. Розроблені правила побудови прогнозного графа з використанням мови ситуаційного управління. Визначені стадії роботи вакуум-апарата і побудований організаційний граф. Визначені технологічні параметри робочого процесу. Побудована система команд ситуаційного управління вакуум-апаратом*

*Ключові слова: складна система, ситуаційне управління, вакуум-апарат, ситуаційне обчислення, прогнозний граф*

*Определены общие принципы ситуационного управления технологическими объектами. Рассмотрена структура прогнозного графа и методология его построения для вакуум-аппарата периодического действия. Разработаны правила построения прогнозного графа с использованием языка ситуационного управления. Определены стадии работы вакуум-аппарата и построен организационный граф. Определены технологические параметры рабочего процесса. Разработана система команд ситуационного управления вакуум-апаратом*

*Ключевые слова: сложная система, ситуационное управление, вакуум-аппарат, ситуационное вычисление, прогнозный граф*

УДК: 664.126.43:681.51

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.43758

## ЗАСТОСУВАННЯ СИТУАЦІЙНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ АЛГОРИТМІВ УПРАВЛІННЯ ВАКУУМ-АПАРАТОМ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

Ю. В. Прокопенко  
Аспірант\*

E-mail: yv\_prokopenko@ukr.net

А. П. Ладанюк

Доктор технічних наук,  
професор, завідувачий кафедрою\*

E-mail: ladanyuk@ukr.net

\*Кафедра автоматизації технологічних процесів  
Національний університет харчових технологій  
вул. Володимирська, 68, м. Київ, Україна, 01033

### 1. Вступ

На цукрових заводах України для кристалізації утфелів використовують вакуум-апарати періодичної дії. Робота групи вакуум-апаратів організується таким чином, щоб забезпечити безперервну переробку сиропів і ефективно використання пари, яка є для вакуум-апаратів основним тепловим носієм.

В умовах виробництва виникають різноманітні ситуації роботи продуктового відділення, а також окремого вакуум-апарата. В загальному випадку управління продуктивним відділенням і вакуум-апаратом зводиться до спроб оптимізації роботи системи, враховуючи один або декілька параметрів. Можливість втручання оператора в роботу вакуум-апарата, а також відсутність ієрархічних систем управління технологічним процесом також зменшує ефективність технологічного комплексу.

Важливим, сучасним завданням роботи цукрової галузі України є раціональне і ефективно використання енергетичних ресурсів. Для вирішення поставлених завдань нагальним є рішення побудови нових систем управління із застосуванням методів і принципів інтелектуального управління.

Найбільш перспективним напрямком розробки нових систем, які б враховували всі вимоги сучас-

ності є застосування методів ситуаційного управління. Застосування ситуаційного управління дозволяє врахувати і ефективно вирішити всі нагальні задачі сучасності:

- побудова ієрархічних систем управління технологічними комплексами;
- застосування інтелектуальних методів зберігання і обробки інформації у вигляді баз знань;
- застосування більш ефективних алгоритмів в системах управління;
- ефективну інтеграцію ситуаційних систем управління з комп'ютерно-інтегрованими системами [1].

### 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Управління продуктивним відділенням і вакуум-апаратом періодичної дії є досить складною задачею, для успішного вирішення якої треба враховувати велику кількість параметрів і вплив як зовнішніх (робота випарної станції, відділення центрифуг, відділення клеровки сиропів) так і внутрішніх параметрів роботи вакуум-апарата (якість сиропу, вміст сухих речовин в сиропі, температура у вакуум-апараті, рівень, електропровідність і в'язкість сиропу) та багато інших. Задачу

якісного управління вакуум-апаратом періодичної дії надзвичайно ускладнюють відсутність приладів для вимірювання важливих параметрів (доброякісність сиропу, електропровідність), а також відсутність загальної теорії кристалізації цукру [2].

«Ситуаційний підхід до керування утфельним вакуум-апаратом базується на логічній схемі, яка передбачає: ідентифікацію ситуації і визначення шляхів досягнення цілі; виявлення факторів, що впливають на рішення й оцінку альтернатив; розробку тактики реалізації рішення» [3]. "То есть, центральным элементом ситуационного подхода является ситуация – модель системы в определенном состоянии. Таким образом, ситуация является смысловой единицей в данном подходе к управлению"[4]. Виходячи із всього цього, перспективним напрямком розробки і впровадження систем автоматичного управління вакуум-апаратом, як окремо, так і в складі продуктового відділення цукрового заводу, є застосування принципу ситуаційного управління.

Ситуаційне управління дає можливість повної, якісної формалізації моделі об'єкта управління із застосуванням мови ситуаційного управління (МСУ), або інших методів, які використовуються для цих цілей (дискретна ситуаційна мережа, мова представлення знань, моделі із застосуванням сценарних підходів).

Можливість і потреба застосування принципу ситуаційного управління виходить із ряду особливостей ситуаційного управління:

- мова опису ситуацій відображає не тільки кількісні факти і співвідношення, які характеризують об'єкт управління, але й якісні знання, які не можуть бути формалізовані в звичайному математичному вигляді;

- моделі (алгоритми) керування технологічним процесом можуть доповнюватися (створюватися) за допомогою сценарних методів. Що в свою чергу дає можливість застосування графів (прогнозного і «дерева цілей»). «Сценарний підхід є достатньо поширеним методом аналізу, що дозволяє адекватно формулювати думки фахівців щодо прогнозування перебігу подій у складних системах шляхом проведення багатоваріантного ситуаційного аналізу поведінки об'єкта управління» [5];

- загальна модель управління може розбиватися на декілька моделей (інтелектуальних агентів), які зв'язуються між собою за допомогою фреймів. «Формирование многоагентной модели основано на принципе декомпозиции сложной системы на отдельные функциональные элементы – интеллектуальные агенты отражающие состояние и поведение каждого элемента системы» [6];

- з використанням ситуаційної системи управління є можливість об'єднання всіх вакуум-апаратів а також продуктового відділення цукрового заводу в єдину комплексну систему керування;

- результати роботи ситуаційної системи управління об'єктом можуть використовуватись на верхніх щаблях системи управління і аналізу виробництва "На современном этапе развития и использования интеллектуальных компонентов в технологии создания сложных систем применяется, как правило, пятиуровневая парадигма построения процессов выработки, анализа и принятия стратегических реше-

ний. ...Построение возможных решений управления, анализ их ценности выполняется на четвертом уровне, наиболее ответственном по возможным последствиям. Данный уровень предполагает проведение необходимых расчетов и построение решений получения экспертных оценок и субъективных экспертных суждений ..." [7].

Для систематизації набору ситуацій, їх упорядкування, а також можливості поповнення ситуацій, які виникають в процесі роботи, пропонується застосувати мережеві моделі, які отримали назву сценаріїв. Сценарій представляється деякою мережею, вершинам якої відповідають факти, а дугами є зв'язки, які описують відношення спеціального типу.

Використання сценарного підходу призводить до розробки прогнозного графа, який характеризується альтернативним характером. Взагалі, застосування сценаріїв для узагальнення і систематизації повних і поточних ситуацій (розробки системи управління) дає можливість: переходу від одно крокових рішень і впливів на об'єкт управління до більш широкого впливу на об'єкт; впровадження багатоваріантності ситуацій; взаємопроникнення і взаємодоповнення сценаріїв, а також застосування сценаріїв для ідентифікації характеристик об'єкта.

---

### 3. Ціль і задачі дослідження

---

Метою роботи системи управління вакуум-апаратом періодичної дії із застосуванням ситуаційного управління.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі:

- визначити технологічні критерії роботи вакуум-апарата;
- розробити організаційний граф роботи вакуум-апарата;
- побудувати прогнозний граф стану і стадій переходів алгоритму роботи вакуум-апарату;
- розробити і узагальнити функції переходів, які описують роботу вакуум-апарату;
- розробити набір ситуацій, які описують стан і поведінку роботи вакуум-апарату з використанням лінгвістичної інтерпретації.

Розглянемо послідовність побудови прогнозного графа управління кристалізацією цукру у вакуум-апараті періодичної дії з циркулятором як початкового етапу створення системи управління.

---

### 4. Матеріали і методи створення ситуаційної системи управління

---

#### *Етап 1*

На початковому етапі групою експертів (інженерів) і технологів формуються критерії опису функціонування об'єкта. Критерій – це спосіб порівняння альтернатив. Від відображає мету яку ставить замовник. По можливості критерії повинні описувати всі важливі аспекти мети. Розробка критеріїв є дуже складною задачею. Для створення якісного критерію часто приходить застосувати неформальний підхід. Основними критеріями опису об'єкта є:

- економічні критерії: прибуток, рентабельність, собівартість;
- техніко-економічні: надійність, довговічність, продуктивність;
- технологічні: максимальний вихід продукту, нормоване споживання енергоресурсів (пару) і продукту (сиропу), тип заправки.

На даному етапі розробки системи управління в основному використовуються технологічні критерії (споживання пару, кількість кристалів при заводці, тип заправки).

*Етап 2*

На цьому етапі починається формування прогнозного графу (сценарію) поведінки системи. Сценарій – це логічно обгрунтована модель поведінки системи на базі якої можна в подальшому побудувати прогноз стану системи. Розробка сценаріїв відноситься до типових неформалізованих процедур. При складанні сценаріїв проводять аналіз внутрішніх і зовнішніх факторів які впливають на роботу системи. В цілому модель розробки прогнозних графів може бути організована як деяка суперпозиція зв'язаних між собою вершин різних типів [8, 9].

Найбільш ефективними в даній моделі є вершини графа, на вході і виході яких виконуються логічні умови  $\wedge$  ( $\wedge$  – логічна операція «і»).

Для відображення різного роду альтернатив на входах і виходах вершин можуть бути використані логічні умови  $\wedge$ ,  $\vee$ ,  $\bar{\vee}$  ( $\bar{\vee}$  – логічна операція, виключаюча «ілі»). За умовою розробки сценарію любий тип входу може бути з'єднаний з любим типом виходу. Узагальнюючи слід відмітити, що для відображення всіх простих альтернативних ситуацій в реальному процесі серед усіх типів вершин, які утворюються різними комбінаціями входів і виходів, достатньо застосування шість наступних типів:

$$\wedge e, \wedge e \vee, \wedge e \bar{\vee}, \vee e, \vee e \vee, \vee e \bar{\vee}.$$

Формування запису вершин розглядається таким чином. Для любой вершини  $e$  прогнозного графа існують логічні умови на вході і виході. Наприклад, запис  $\wedge e$  означає, що на вході вершини  $e$  присутня умова «і». Тобто вершина  $e$  являється завершеною після виконання всіх робіт, які їй передують. Умова  $\vee$  на виході вершини  $e$  свідчить про те, що буде виконуватися одна і тільки одна робота із всіх робіт, які виходять з цієї вершини.

При реалізації розробок складних об'єктів зустрічаються ситуації, коли подальший хід процесу (виконання дуг-робіт) залежить від реалізації вхідних значень. Для відображення таких ситуацій вводиться додатково ще два типа вершин:

$$\wedge \bar{\vee}(P_i), i \in \Gamma_e^-;$$

$$\wedge \vee(P_i), i \in \Gamma_e^+;$$

де  $\Gamma_e^-$  – множина подій, із яких виходять роботи, які входять в вершину  $e$ ;  $\wedge \vee(P_i)$  – означає тип вершини, реалізація якої на виході залежить від реалізації дуги  $i$  на вході події  $e$  з заданою логічною умовою;  $\Gamma_e^+$  – множина подій (вершин), які виходять із вершини  $e$  [8].

**5. Результати роботи по створенню ситуаційної системи управління**

В табл. 1 показані різні ситуації, які виникають на початкових стадіях розробки сценаріїв.

Таблиця 1

Операції ситуаційного обчислення для розробки сценаріїв

Код входу	Логічні можливості на вході	Позначення
1	Логічна операція $\wedge$	$\wedge e$
2	Логічна операція $\vee$	$\vee e$
3	Логічна операція $\bar{\vee}$	$\bar{\vee} e$
Код виходу	Логічні можливості на виході	Позначення
1	Логічна операція $\wedge$	$e \wedge$
2	Логічна операція $\bar{\vee}$ , $\sum_{j \in \Gamma_e^+} P_{e,j} = 1$	$e \bar{\vee}$
3	Логічна операція $\vee$ , $0 < P_{e,j} \leq 1$ для всіх $j \in \Gamma_e^+$	$e \vee$
4	Логічна операція $\vee$ , реалізація на вході залежить від реалізації дуги $(i, e)$ на вході в подію $e$ , $0 < P_{e,j} \leq 1$ для всіх $j \in \Gamma_e^+, i \in \Gamma_e^-$	$e \vee(P_i)$
5	Логічна операція $\bar{\vee}$ , реалізація на виході залежить від реалізації шляху (дуги) $(i, e)$ на вході події $e$ , $\sum_{j \in \Gamma_e^+} P_{e,j} = 1$ для всіх $j \in \Gamma_e^+, i \in \Gamma_e^-$	$e \bar{\vee}(P_i)$

Таким чином, використовуючи набір різних ситуацій, які приведені в табл. 1, приступаємо до створення прогнозованого графу стану вакуум-апарата періодичної дії з механічним циркулятором.

На початковому етапі визначаємо критерії роботи вакуум-апарату. Виходячи з спрощеної моделі роботи ВА на цьому етапі проектування не застосовуються економічні і техніко-економічні критерії. Їх можна додати в модель на заключних етапах проектування у вигляді додаткових вершин прогнозного графа. На цьому етапі будемо користуватися тільки технологічними критеріями [9, 10].

Визначимо їх:

– **температурний режим в апараті:**  $T\{P_1, P_2, t\}$  – набір вимірюваних даних, де

$P_1$  – абсолютний тиск гріючої пари;

$P_2$  – абсолютний тиск у ВА;

$t$  – температура розчину у ВА.

Визначає нормоване споживання енергоресурсів.

– **рівень розчину у ВА** (мінімальне споживання сиропу при максимальному виході продукту);

– **параметри, які характеризують розчин, який подається у ВА.** У нашому випадку це буде значення кількості сухих речовин  $Sx$  і доброякісність  $Vx$ .

Спрощена модель процесу уварювання утфеля складається з чотирьох стадій які показані на рис. 1.

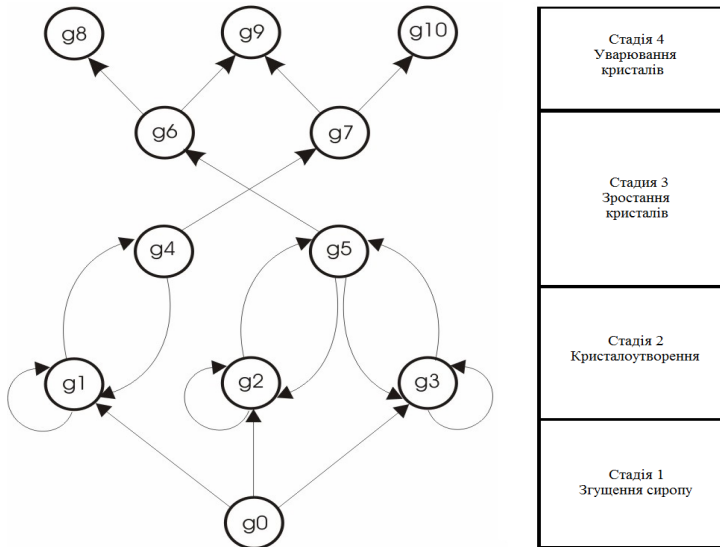


Рис. 1. Організаційна діаграма роботи вакуум-апарату

**Стадія 1** – згушення сиропу;  
**Стадія 2** – кристалотворення;  
**Стадія 3** – зростання кристалів;  
**Стадія 4** – згушення утфеля (уварювання) до заданого значення сухих речовин  $S_x$

Кожна стадія процесу має декілька підстадій.

**Стадія 1** – характеризується станом розчину у ВА: ненасичений, лабільний, дуже пересичений.

**Стадія 2** – сироп у ВА з кристалами, зароджуються кристали за допомогою пасти для затравки, суспензії для затравки чи цукрової пудри.

**Стадія 3** – зростання кристалів при виникненні нових центрів кристалізації або без них.

**Стадія 4** – утфель з рівномірними кристалами або нерівномірними кристалами, значення вмісту сухих речовин в утфелі ( $CV_y=92\%$ ).

Виходячи з цього побудуємо прогнозний граф моделі роботи ВА за допомогою сценарного методу. При цьому максимально враховуються можливі ситуації.

На рис. 2 показаний прогнозний граф, який побудований на основі діаграми рис. 1.

Далі записуються функції переходів для вершин прогнозного графа, які показані в табл. 2.

Подальшими кроками в побудові алгоритму роботи вакуум-апарату із застосуванням ситуаційного підходу є узагальнення по признакам або структурам, побудова таблиць фреймів сценаріїв (макроситуацій) і таблиць управляючих дій за допомогою казуальних, часових або псевдофізичних логік, застосовуючи метод лінгвістичної інтерпретації [11, 12].

Розглянемо стан виробничого процесу, позначеного як **Стадія 1 – Згушення сиропу**. Ця стадія складається з двох підстадій: **Набір апарату** і **Згушення сиропу**.

За браком місця в роботі розглядається ситуаційний алгоритм для стадії **Набір апарату** системи управління вакуум-апаратами, встановленими на Жданівському цукровому заводі, розташованому в Вінницькій області України.

За допомогою лінгвістичної інтерпретації знань залученого експерта-технолога створюємо лінгвістичний опис процесу.

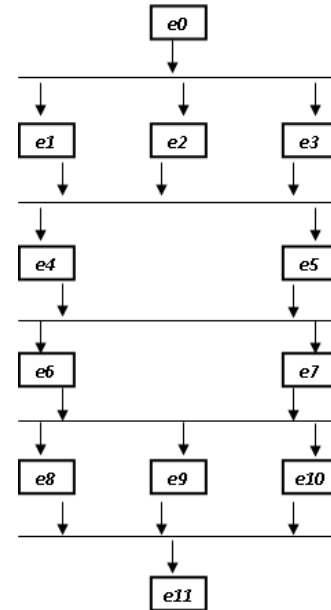


Рис. 2. Прогнозний граф роботи вакуум-апарата

**[Макроситуація 1]**

Перед початком набору сиропу в вакуум-апарат перевірити його стан:

- Всі клапани подачі продуктів і вивантаження вакуум-апарату – закриті;
- Розрідження в вакуум-апараті максимальне;
- Перевірити дієздатність клапана «ЗАТРАВКА» – <п'ять секунд>.

Якщо Макроситуація 1 дійсна – перехід до наступної дії.

**[Макроситуація 2]**

- Відкрити клапан набору сиропу;
- Запустити таймер <набір сиропу>;
- При досягненні рівня сиропу до 2/3 завдання включити привод циркулятору на мінімальні оберти і відкрити подачу пару.

Якщо Макроситуація 2 дійсна – перехід до наступної дії.

**[Макроситуація 3]**

Якщо рівень сиропу в вакуум-апараті досяг заданого – переходимо на наступну стадію «**Згушення сиропу**».

Перетворюємо лінгвістичний опис роботи системи в формат запису ситуаційного опису об'єкту. Результати перетворення показані в табл. 3.

Використовуючи мову ситуаційного управління запишемо алгоритм роботи системи в підстадії «Набір сиропу» використовуючи терми і відношення, показані в табл. 3.

S1.1

$$l1: ((\neg Ki1) \vee (\neg Ki2) \vee (\neg Ki3) \vee (\neg Ki4) \vee (\neg Ki5) \vee (\neg Ki6)) \supset r4(lrr);$$

$$\neg r1(Kk1 \wedge Kk2 \wedge Kk3 \wedge Kk4 \wedge Kk5 \wedge Kk6);$$

$$r1(Kk7) \wedge r1(Tt1);$$

$$r3(Tt1) \wedge (\neg Ki7) \supset r4(lrr);$$

$$(Ki7) \wedge (\neg Tt1) \supset r4(l2);$$

$$l2: (S1.1(S1.2) \supset r4(l3));$$

S1.2

- l3:  $r1(Kk1);$   
 $(Kk1 \wedge Ki1) \supset r1(Tt2); r4(l4);$
- l4:  $r3(Tt2) \wedge (\neg(L1 \equiv Lz2)) \supset r4(lrr);$   
 $(L1 \equiv Lz1) \supset r4(l5);$
- l5:  $r1(Kk8) \wedge r1(Kk9); r4(l6);$
- l6:  $(S1.2 \setminus S1.3) \supset r4(l7);$   
S1.3
- l7:  $r3(L1 \equiv Lz2) \supset r4(l8);$
- l8:  $\neg r1(Kk1 \wedge Kk2 \wedge Kk3 \wedge Kk4 \wedge Kk5 \wedge Kk6);$   
 $\neg r2(Tt1 \wedge Tt2 \wedge Tt3); r4(l9);$
- l9:  $(S1.3 \setminus S1.4) \supset r4(l10);$   
S1.4
- l10:  $(S1.1 \setminus S1.2 \setminus S1.3 \setminus S1.4) \supset r4(Sn.n);$

Таблиця 2

Функції переходів прогнозного графа роботи вакуум-апарата

Вершина	Вхід	Вихід
e0	$0 \wedge e0$	$e0 \vee (P_i)$ де $Pe,i$ для всіх $i \in \Gamma_{e+}$
e1	$e0 \wedge e1$	$e1 \vee (P_i)$ де $Pe,i$ для всіх $i \in \Gamma_{e+}$
e2	$e0 \wedge e2$	$e2 \vee (P_i)$ де $Pe,i$ для всіх $i \in \Gamma_{e+}$
e3	$e0 \wedge e3$	$e3 \vee (P_i)$ де $Pe,i$ для всіх $i \in \Gamma_{e+}$
e4	$(P_{ej}) \vee e4$ для всіх $j \in \Gamma_e^+, i \in \Gamma_e^-$	$e4 \vee (P_i)$ де $Pe,i$ для всіх $i \in \Gamma_{e+}$
e5	$(P_{ej}) \vee e5$ для всіх $j \in \Gamma_e^+, i \in \Gamma_e^-$	$e5 \vee (P_i)$ де $Pe,i$ для всіх $i \in \Gamma_{e+}$
e6	$(P_{ej}) \vee e6$ для всіх $j \in \Gamma_e^+, i \in \Gamma_e^-$	$e6 \vee (P_i)$ де $Pe,i$ для всіх $i \in \Gamma_{e+}$
e7	$(P_{ej}) \vee e7$ для всіх $j \in \Gamma_e^+, i \in \Gamma_e^-$	$e7 \vee (P_i)$ де $Pe,i$ для всіх $i \in \Gamma_{e+}$
e8	$(P_{ej}) \vee e8$ для всіх $j \in \Gamma_e^+, i \in \Gamma_e^-$	$e8 \vee (P_i)$ де $Pe,i$ для всіх $i \in \Gamma_{e+}$
e9	$(P_{ej}) \vee e9$ для всіх $j \in \Gamma_e^+, i \in \Gamma_e^-$	$e9 \vee (P_i)$ де $Pe,i$ для всіх $i \in \Gamma_{e+}$
e10	$(P_{ej}) \vee e10$ для всіх $j \in \Gamma_e^+, i \in \Gamma_e^-$	$e10 \vee (P_i)$ де $Pe,i$ для всіх $i \in \Gamma_{e+}$
e11	$(P_{ej}) \vee e11$ для всіх $j \in \Gamma_e^+, i \in \Gamma_e^-$	$e11 \wedge 0$

Використання методів ситуаційного управління дозволяє розробляти алгоритми роботи технічних систем в простій і ефективній формі навіть при спрощеній системі відношень. Розширення набору відношень і застосування фреймових структур і сценаріїв дасть можливість більш детально і ефективно використовувати ситуаційне управління для вирішення задач управління складними технічними об'єктами і технологічними комплексами [13, 14].

Таблиця 3

Визначені терми і відношення ситуаційного опису об'єкту

Терми механізмів управління		
№ п/п	Ім'я	Опис
1	Kk1 ... Kk9	Управління механізмами
2	Ki1 ... Ki9	Індикація положення (ЗАКР /ВІДК)
3	Tt1 ... Tt3	Таймери
4	L1, Lz1, Lz2	Змінні рівня в апараті
5	Sp1, Spz	Змінні швидкості циркулятора
6	TP{Pp, Pv, T}	Функція температурного параметру
Відношення		
№ п/п	Ім'я	Опис
1	r1	Включити
2	r2	Скинути в нуль
3	r3	Досягнути
4	r4	Перехід

**6. Можливості розвитку системи ситуаційного управління вакуум-апарату періодичної дії**

Результатом проведеної роботи по розробці алгоритмів ситуаційного управління вакуум-апаратом періодичної дії стали наступні висновки:

- із застосуванням ситуаційного управління побудована модель управління вакуум-апаратом періодичної дії;

- розроблені основні команди ситуаційного управління з використанням прогнозного графа.

Отримані дані і методика є початковим етапом побудови ієрархічної системи управління технологічним комплексом вакуум-апаратів періодичної дії. Також застосування сценарного підходу, для доповнення і коригування, дозволить суттєво розширити функціональні можливості розробленої системи управління, але для цього потрібно проводити подальші дослідження із залученням інтелектуальних баз знань.

Поряд з тим створена система управління містить в собі ряд недоліків:

- використовується мінімальний набір команд ситуаційного управління;

- бажано розширити набір системи команд методом предикатів першого і другого порядків, це дасть можливість більш гнучкого і детального опису робочих ситуацій;

- продовжити розробку інтеграційних алгоритмів і інтерфейсу з базами знань, які побудовані на фреймовій структурі.

Подальше об'єднання ситуаційного управління з базами знань дозволить створити агентну систему, яка буде володіти більш гнучкими можливостями при створенні агентних і мультиагентних систем з функціями багаторівневого ієрархічного управління.

**7. Висновки**

Результатом виконаної роботи стала розробка алгоритмів ситуаційного управління вакуум-апаратом періодичної дії.

В ході виконаних робіт були розглянуті і вирішені такі питання:

- розроблений набір команд ситуаційного управління вакуум-апаратом періодичної дії;
- визначені технологічні критерії роботи вакуум-апарата (температурний режим в вакуум-апараті, рівень розчину, кількість сухих речовин, стан перенасичення сиропу) з врахуванням можливостей ситуаційного управління і побудована організаційна діаграма робочих стадій вакуум-апарату;
- на базі побудованого прогностичного графу, із залученням набору ситуаційних команд і лінгвістичної інтерпретації, розроблено алгоритм ситуаційного керування вакуум-апаратом періодичної дії з врахуванням визначених технологічних критеріїв (управління

макроситуаціями перевірки готовності і набору вакуум-апарату сиропом).

Використовування ситуаційного підходу для побудови алгоритмів системи управління дасть можливість більш детально, застосовуючи фрейми-сценарії стану об'єкта або алгоритми узагальнення за допомогою різноманітних логік, побудувати модель роботи об'єкта і найширше врахувати можливі зміни в алгоритмі керування. Також, із застосуванням ситуаційного підходу надається можливість інтегрувати побудовані системи управління в комплекси управління, які враховують стан всіх об'єктів структури і можуть реалізовувати не тільки оптимальні алгоритми керування, але й будувати прогностичні моделі роботи об'єктів управління.

### Література

1. Ладанюк, А. П. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст] / А. П. Ладанюк, В. М. Решетюк, В. Д. Кишенько, Я. В. Смітюх. – К.: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.
2. Ладанюк, А. П. Методи сучасної теорії управління [Текст] / А. П. Ладанюк, В. Д. Кишенько, Н. М. Луцька, В. В. Іващук. – К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
3. Трегуб, В. Г. Оптимальне керування технологічним комплексом апаратів періодичної дії [Текст] / В. Г. Трегуб, М. С. Глуценко // Наук. пр. НУХТ. – 2006. – № 18. – С. 74–76.
4. Ермилов, А. Е. Сценарно-ситуаційний підход в свете теории Аутопойэзиса как основание для разработки автоматизированных систем управления [Текст] / А. Е. Ермилов, Т. Л. Михайлова // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 6. – С. 161–163.
5. Романов, М. С. Розробка систем сценарного управління технологічними процесами приготування пива [Текст] / М. С. Романов, В. Д. Кишенько, А. П. Ладанюк // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т. 2, № 3 (74). – С. 49–55. doi: 10.15587/1729-4061.2015.40458
6. Измайлова, Е. В. Многоагентная имитационная модель системы управления научно-исследовательской работой студентов вуза [Текст] / Е. В. Измайлова // Новый университет. – 2015. – № 3-4 (37-38). – С. 21–25.
7. Гулай, А. В. Эвристико-алгоритмические методы в интеллектуальных технологиях проектирования системотехнических комплексов [Текст] / А. В. Гулай, В. М. Зайцев // Новый университет. – 2014. – № 2 (24). – С. 7–11.
8. Поспелов, Д. А. Ситуационное управление: теория и практика [Текст] / Д. А. Поспелов. – М.: Наука, 1986. – 380 с.
9. Ладанюк, А. П. Системний аналіз складних систем управління: Навч. посіб. [Текст] / А. П. Ладанюк, Я. В. Смітюх, Л. О. Власенко та ін. – К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
10. Антипин, А. Ф. Интеллектуальное управление многосвязными объектами, реализованное в ситуационных подпрограммах [Текст] / А. Ф. Антипин // Программные продукты и системы. – 2012. – № 4. – С. 145–150.
11. Девятков, В. В. Системы искусственного интеллекта: Учеб. пособие для вузов [Текст] / В. В. Девятков. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 352 с.
12. Уэно, Х. Представление и использование знаний [Текст] / Х. Уэно, М. Исидзука; под ред. Х. Уэно; пер. с япон. – М.: Мир, 1989. – 280 с.
13. Минский, М. Фреймы для представления знаний [Текст] / М. Минский; пер. с англ. – М.: Энергия, 1979. – 130 с.
14. Петровский, А. Б. Теория принятия решений [Текст] / А. Б. Петровский. – М.: Академия, 2009. – 400 с.