

Застосування системних підходів до управління цукровим заводом

М.С. Глуценко, кандидат технічних наук, доцент кафедри Інтегрованих автоматизованих систем управління, Національний університет харчових технологій

Н.М. Луцька, кандидат технічних наук, доцент кафедри Автоматизації процесів управління, Національний університет харчових технологій

В роботі аналізуються різні аспекти управління цукровим виробництвом та зроблено висновок, що для покращення ефективності функціонування цукрового заводу необхідно використати системний підхід до управління. При цьому задача управління підприємством розбивається на ієрархічні рівні, де нижньому рівні вирішується задача регулювання окремим технологічним апаратом, вище – ділянкою цеху, ще вище – цехом або відділенням, ще вище – лінією і т.д. Тобто проблема розбивається на підпроблеми так, щоб розв'язання сукупності підпроблем приводило до розв'язання проблеми в цілому. Розроблено фрагмент стратифікованого управління продуктивним відділенням цукрового виробництва, де на кожному рівні вирішується задача оптимального управління згідно зі своїм критерієм.

Ключові слова: цукровий завод, системний підхід, утфель, стратифіковане управління, страта.

В работе анализируются различные аспекты управления сахарным производством и сделан вывод, что для повышения эффективности функционирования сахарного завода необходимо использовать системный подход к управлению. При этом задача управления предприятием разбивается на иерархические уровни, где на нижнем уровне решается задача регулирования отдельным технологическим аппаратом, выше - участком цеха, еще выше - цехом или отделением, еще выше - линией и т.д. То есть проблема разбивается на подпроблемы так, чтобы решения совокупности подпроблем приводило к решению проблемы в целом. Разработан фрагмент стратифицированного управления продуктовым отделением сахарного производства, где на каждом уровне решается задача оптимального управления согласно своим критериям.

Ключевые слова: сахарный завод, системный подход, утфель, стратифицированное управление, страта.

The paper analyzes the various aspects of sugar production and concluded that in order to improve the efficiency of the sugar factory must use a systematic approach to management. Thus the task of business management is divided into hierarchical levels, where the lower level to solve the problem of regulation of individual process unit, above - section of the shop, even higher - shop or post office, even higher - line, etc. That problem is divided into subproblems so that the solution set of subproblems led to the problem in general. Developed fragment stratified grocery department of sugar production, where each level has its own solved the problem of optimal control in accordance with its criteria.

Keywords: sugar plant, systems approach, masecuite, stratified control, range.

Постановка проблеми. Україна є одним із світових центрів виробництва високоякісного бурякового цукру, але слід зважати й на те, що у процесі цукроваріння витрачається багато пари і гарячої води, звичайно одержуваних у котельних установках при цукровому заводі. Загальні витрати умовного палива на цукробурякових заводах включаючи і витрати його на випалювання вапняку складають 11-12% від маси буряка, що переробляється [1].

Вдосконалення і вирішення екологічних і економічних проблем цукрової промисловості можливе на всіх ланках технологічного процесу виробництва цукру від поля до споживання. Вдоско-

налення окремих ланок виробництва дозволить у сумі своїй вирішити і загальні проблеми виробництва цукру.

Розвиток цукрового заводу потребує тісної інтеграції з підприємствами сільського господарства, машинобудування, яке поставляє переробне технологічне устаткування та сировину. Така інтеграція - це єдність підприємств, і є однією з найважливіших складових загальнонаціональної системи будь-якої держави, її функція складається в оптимальному задоволенні потреб населення країни якісним, економічно й фізично доступним цукром. Сучасні імперативи такі, що імпортна залежність перевищує припустимий критерій про-

довольчої безпеки. Стан бурякоцукрового виробництва в Україні характеризується як кризовий, оскільки останнім часом втрачено експортний потенціал на ринку цукру.

Розвиток будь-якої системи, а саме цукрового заводу, багато в чому залежить від рівня управління. Ефективне управління, повинне ґрунтуватися на наукових підходах: системному, логічному, комплексному, глобальному, інтеграційному, процесному, директивному, ситуаційному.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні існує багато публікацій стосовно сучасних підходів [2, 3], в тому числі і системних, до управління підприємствами, однак вони, як правило, обмежуються організаційною ланкою виробництва та частково або взагалі не враховують технологічну та технічну складові підприємства, а зарубіжні публікації не адаптовані під стару технологічну апаратуру заводу та державне регулювання українською цукровою галуззю.

Системний підхід передбачає врахування основних законів системи, а саме пропорційності - визначити високу якість продукції підприємств на всіх стадіях виробничого процесу; композиції - узгодити загальну та ситуаційну цілей; врахування вузьких місць, де особлива увага приділяється найбільш слабкому елементу системи; інтеграції – спрямувати систему на високий рівень організації і дати можливість одержати синергетичний ефект; інформованості – виділити інформаційне забезпечення як головну умову конкурентоспроможності; стійкості – висувати вимоги до побудови системи і до її функціонування; врахувати послідовність стадій життєвого циклу підприємств.

Необхідність застосування системного підходу при управлінні цукровим заводом, спричинена: ускладненням внутрішньої структури даного об'єкта; розширенням і розгалуженням зв'язків; швидким і безперервним зростанням обсягу інформації; нестабільністю навколишнього середовища; посиленням конкурентної боротьби.

Для вітчизняної цукрової промисловості надто важливим завданням є економія матеріальних та енергетичних ресурсів, зменшення питомих витрат палива, пари та електричної енергії на тонну виробленої продукції. Високий вихід кристалічного цукру з утфелю – найбільш важливе завдання функціонування кристалізаційного (продуктового) відділення на цукрових заводах. При цьому утворюється менше відтоків, зменшується і кількість утфелів і рециркуляція нецукрів, що позитивно впливає на кінцеві результати.

Безперечною перевагою системного підходу є спрямування на слабо структуровані проблеми, пошук оптимального варіанта їх вирішення [4]. Такі проблеми виникають на рівні складних систем.

Основними етапами системного управління цукровим заводом є [1]: постановка мети; де-

композиція системи на складові і детальне вивчення кожної підсистеми; виявлення факторів, що впливають на підсистеми і систему загалом, їх угруповання; пошук відхилень існуючого стану системи від заданого; визначення об'єктивних і суб'єктивних причин відхилень; встановлення основних способів, методів і засобів приведення системи до заданого стану; пошук власних ресурсів, необхідних для вирішення проблеми; придбання додаткових ресурсів; реалізація запланованих дій; контроль і аналіз результатів.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Аналіз даних для багатьох заводів в Україні показав, що переважна більшість підприємств має розрахунковий вміст кристалічного цукру в утфелі нижче 50%.

Кристалічний цукор втрачають при передчасному закінченні процесу кристалізації, надмірному пропарюванні вакуум-апаратів і спусканні пропарки в приймальну ємність, при неефективній роботі центрифуг тощо [5]. При цьому, ефективно управління в даному випадку може звестись до оптимальної роботи процесу кристалізації для підвищення ефективності роботи утфельних вакуум-апаратів періодичної дії, та ефективної роботи підприємства в цілому. В даному випадку керування може зводиться до розв'язання однієї з таких задач:

1) мінімізація тривалості процесу (так як сталою величиною є об'єм звареного утфелю, то мінімізація тривалості процесу призводить до максимізації продуктивності та мінімізації енергозатрат);

2) максимізація виходу готового продукту.

Розробка системи оптимального керування вакуум-апаратами періодичної дії є актуальною задачею для автоматизації, а у випадку процесів в утфельних вакуум-апаратах періодичної дії ця задача набуває особливої уваги, оскільки утфельні вакуум-апарати є кінцевими ланками у виробництві цукру і від них в великій мірі залежить якість готового продукту.

Це означає, що без вирішення задач оптимального керування технологічними процесами, неможливо побудувати ефективної системи управління виробництвом. В той же час, задачі оптимального керування технологічними процесами тісно пов'язані з організаційними задачами, а можливість реалізації цих задач обмежено технічною складовою підприємства. Тобто, все це призводить до інтеграції вказаних складових (технологічної, технічної та організаційної) в єдину систему, що вирішує інтегрована автоматизована система керування (ІАСК).

Останнім часом з'явилося багато розробників ІАСК, однак їхні проекти включають лише технічну складову системи, суть якої зводиться до впровадження промислових та комп'ютерних мереж на підприємстві, при чому інформаційні дані

мережі визначаються безпосередньо інженерами підприємства, що оперують суто практичним досвідом та не розглядають системності проблеми.

Ціллю статті є розробка ефективної системи управління продуктивним відділенням цукрового заводу в контексті ІАСУ на основі системних підходів.

Виклад основного матеріалу. Елементи системності містяться у всіх зазначених вище наукових підходах, визначаючи підприємство як систему. До таких елементів належать такі підходи: логічний (об’єктивність); комплексний (єдність всіх аспектів управління); глобальний (підприємство як частина спільноти); ситуаційний (гнучкість та адаптація); процесний (взаємозв’язність процесів); інтеграційний (посилення зв’язків між підрозділами); директивний (встановлення обмежень у напрямках розвитку та управління).

Вказані елементи системності включає структурний аналіз складного об’єкта, що ґрунтується на стратифікованому управлінні [4]. Тоді, якщо розглядати типовий цукровий завод з точки зору структурного аналізу, то сукупність елементів функціональної сфери підприємства (страсти) наступні:

1. Техніко-економічне планування (S_1^s)
2. Кадри (S_2^s)
3. Праця та зарплата (S_3^s)
4. Фінанси (S_4^s)
5. Матеріально-технічне постачання (S_5^s)
6. Реалізація (збут) продукції (S_6^s)
7. Реконструкція та реінжиніринг (S_7^s)
8. Виробництво (S_8^s)

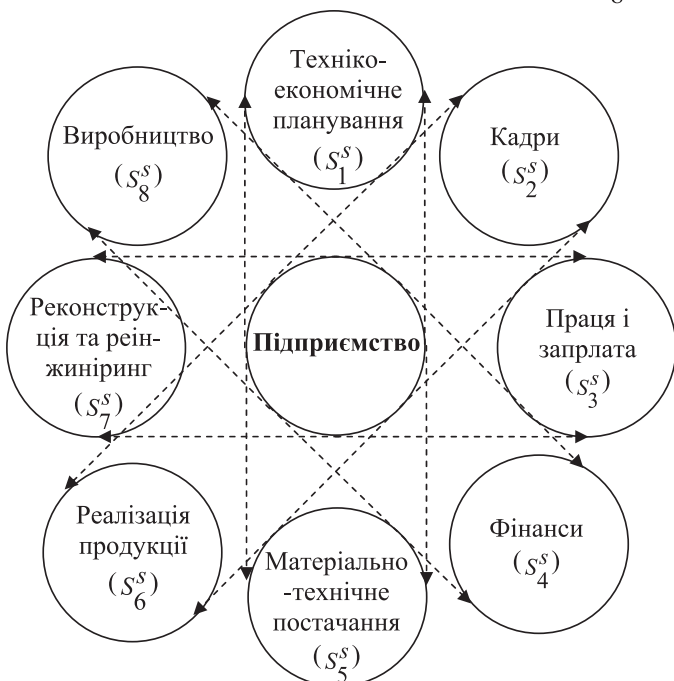


Рис.1. Багатовимірна модель стратифікованого уявлення цукрового підприємства

При такій декомпозиції (рис.1) для досягнення такої мети як максимізація прибутку (або мінімізація собівартості), необхідним є охоплення системою управління всіх структурних елементів об’єкта, які приймають участь в формуванні прибутку (собівартості). Але може виявитися, що ряд страт не бере участі у досягненні поставленої мети, тобто не має значення для майбутньої системи управління. А такі показники як мінімізація витрат, максимізація випуску продукції, зниження витрат енергії досягаються (формується) саме в результаті управління сферою.

При декомпозиції за рівнями складності прийняття рішень розробляється багатопланова ієрархія системи прийняття рішень для управління складним об’єктом. Проблема розбивається на підпроблеми так, щоб розв’язання сукупності підпроблем приводило до розв’язання проблеми в цілому. Організаційна структура підприємства відображає розподілення процесів у функціональних сферах (стратах) між її елементами. Для кожної страсти можна поставити у відповідність своє число рівнів прийняття рішень і своє число елементів, а число підсистем в кожному елементі залежить від обраного критерію декомпозиції.

На рис.2 наведено фрагмент стратифікованого керування виробничою сферою S_8^s цукровим підприємством, де для вакуум-апарату періодичної дії можна виділити нижній управлінський рівень – рівень технологічних агрегатів, до якого входять наступні елементи контуру управління:

- S_{11}^l – регулювання та контроль тиску розрідження;
- S_{12}^l – регулювання та контроль температури утфелю;
- S_{13}^l – регулювання та контроль грючої пари;
- S_{14}^l – регулювання та контроль часу варіння утфелю;
- S_{15}^l – регулювання витрати сиропу, що підкачується;
- S_{16}^l – контроль в’язкості утфелю;
- S_{17}^l – контроль вмісту сухих речовин;
- S_{18}^l – контроль рівня утфелю в апараті.

Підрозділ, який виконує дану управлінську задачу – S_{11}^e , до якого входять оператор відділення, інженер служби контролю-вимірювальних приладів і автоматизації (КВП і А) та технолог.

Тоді, другий шар – це координація першого рівня в межах технологічної підсистеми, зокрема задача оптимального керування вакуум-апаратом періодичної дії (наприклад, за критерієм максимального вмісту сухих речовин при обмеженні на витрату пари) забезпечується виконанням умови:

$$S_{21}^l = S_{11}^l \cap S_{12}^l \cap S_{13}^l \cap S_{14}^l \cap S_{15}^l \cap S_{16}^l \cap S_{17}^l \cap S_{18}^l,$$

а підрозділ, що виконує дану управлінську задачу – S_{21}^e , до нього входять, наприклад, оператор від-

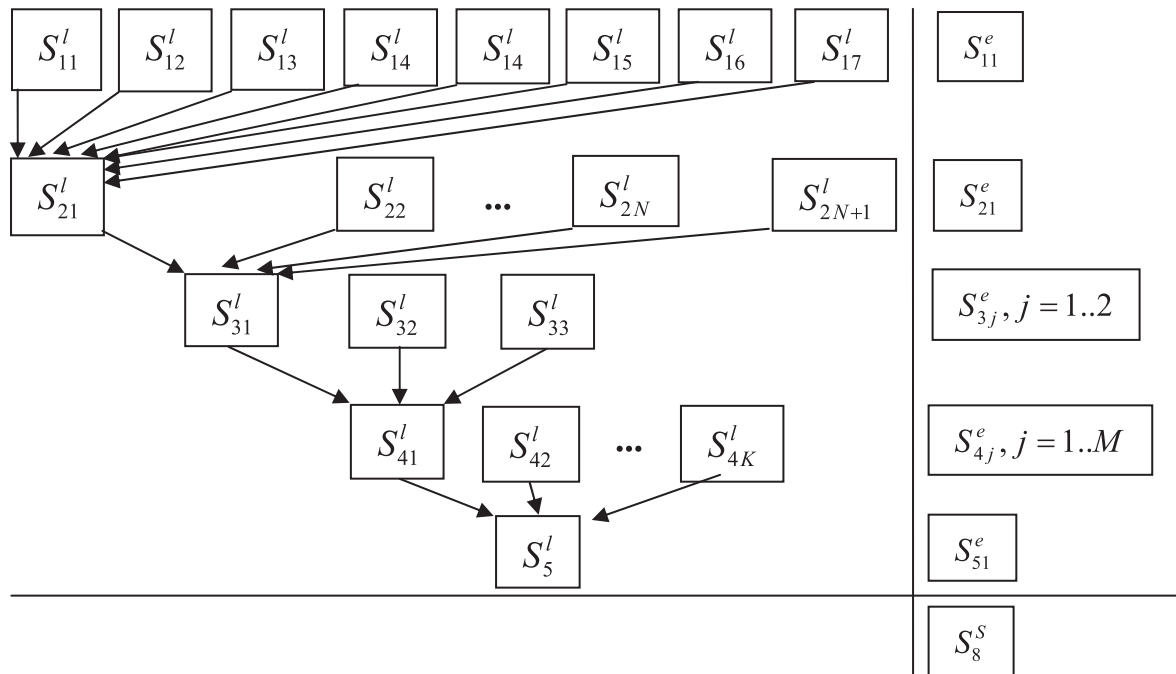


Рис.2. Фрагмент стратифікованого управління виробничою сферою цукровим підприємством

ділення, інженер служби КВП і А та головний технолог.

Далі, можна виділити третій шар управлінських рішень – координація другого рівня: управління вищої підсистеми для узгодження локальних цілей нижніх підсистем в межах дільниці, наприклад, оптимальне завантаження вакуум-апаратів I, II, III продукту. Для узгодження роботи апаратів періодичної дії з безперервно функціонуючим виробництвом їх організують в технологічні комплекси, які за умови безперервної подачі сировини чи початкового напівпродукту безперервно виробляють готовий продукт або напівпродукт за рахунок підключення одних агрегатів після закінчення розвантаження інших. Тому метою керування технологічним комплексом апаратів періодичної дії є забезпечення неперервності технологічного потоку через цей комплекс. послідовність завантаження та вивантаження апарата періодичної дії, тобто можливість чи неможливість одночасного завантаження та вивантаження кількох апаратів періодичної дії з паралельно-часовим та послідовно-часовим завантаженням чи вивантаженням. Технологічні комплекси апаратів періодичної дії з паралельно часовим вивантаженням, звичайно, мають на виході накопичувальні ємності, до яких у період вивантаження можуть одночасно під'єднуватися кілька вакуум-апаратів.

Отже, умовою цього рівня буде послідовність завантаження вакуум-апаратів, що описується наступним виразом:

$$S_{31}^l = S_{21}^l \cap S_{22}^l \cap \dots \cap S_{2N}^l \cap S_{2N+1}^l,$$

де $S_{21}^l, S_{22}^l, \dots, S_{2N}^l$ – оптимальне керування відповідним вакуум-апаратом, кількість яких N; S_{2N+1}^l – оптимальне завантаження збірників та мішалок. При цьому управлінська задача виконується двома підрозділами $S_{3j}^e, j = 1..2$, до яких від-

носяться начальник диспетчерської станції та головний технолог.

Четвертий шар – це координація третього рівня на рівні відділення, зокрема елементом контуру управління є оптимальна робота відділення (за критерієм мінімізації тривалості процесу або максимізації виходу готового продукту). Мінімізація тривалості використовується у разі, коли продуктове відділення стає «вузьким» місцем у виробництві цукру і запаси сиропу досягають критичної межі, тобто коли втрати сиропу потрібно звести до мінімуму і вихід готового продукту може розглядатись як обмеження. Максимізація виходу готового продукту використовується при достатній продуктивності відділення і головною ціллю є досягнення збільшення виходу готового продукту, а тривалість проходження процесу стає обмеженням.

Умова координації має вигляд:

$$S_{41}^l = S_{31}^l \cap S_{32}^l \cap S_{33}^l,$$

S_{31}^l де S_{32}^l – оптимальне завантаження центрифуг; S_{33}^l – збірник перед вакуум-апаратом періодичної дії. Виконання даного управлінського рішення належить організаційним підгрупам, кількість яких M.

П'ятий шар – координація четвертого рівня, тобто узгодження цілей між відділеннями, наприклад, стабілізація роботи відділень заводу або оптимізація роботи відділень.

Для оптимально-працюючої технологічної складової підприємства за критерієм мінімуму енергетичних витрат, необхідно щоб оптимально працювало кожне відділення за тим же або суміжним з ним критерієм:

$$S_{51}^l = S_{41}^l \cap S_{42}^l \cap \dots \cap S_{4K}^l,$$

де $S_{42}^l, \dots, S_{4K}^l$ – управлінські рішення на четвертому шарі технологічних відділень заводу, кількість

яких K , а підрозділ що виконує дану управлінську задачу – S_{51}^e .

Відмітимо, що вказані не всі можливі елементи управлінських рішень, а лише в межах одного елементу організаційної структури (в межах одного ешелону).

Тому, якщо на даному проміжку часу метою цукрового заводу є мінімізація енергетичних витрат при виробництві цукру, то можна записати:

$$S^{S1e} = S_8^S \cup S_5^I \cup S_{51}^e.$$

Важливим завданням підприємств є відстежування економічного стану та досягнень партнерів, конкурентів. Першочергове значення має інформаційне забезпечення, що знижує міру невизначеності і дає змогу обґрунтувати те чи інше рішення щодо реорганізації виробництва. Підприємство повинно бути відкритим для інформації, що надходить із зовнішнього середовища, причому насамперед для інформації, що має стратегічне значення, таким чином, воно зможе зберегти і збільшити свою конкурентоспроможність. В той же час, без внутрішньої інформації про стан технологічної, технічної та організаційної складової, підприємство не в змозі виробити оптимальне рішення щодо управління.

Висновки. Отже, ефективне управління цукровим заводом повинно базуватися на системних підходах, які ефективно поєднують поточну технологічну інформацію, оптимальне управління всіма ділянками підприємства на різних ієрархічних рівнях, а також економічну та організаційну сфери підприємства. Найповнішим описом ін-

тегрованої системи є стратифіковане уявлення цукрового заводу, на основі якого розроблено фрагмент структури стратифікованого управління продуктивним відділенням цукрового заводу.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому передбачається розробити стратифіковану структуру інших відділень цукрового заводу, поєднати виробничу сферу з іншими сферами управління та перевірити працездатність системи на основі комп'ютерного моделювання.

Список використаних джерел

1. Піюренко І.О. Методичні підходи до управління розвитком продовольчого підкомплексу регіону. Культура народів Причорномор'я, №154, стр 72-74.
2. T. Bernhard. Systems Engineering: Principles and Practice of Computer-based Systems Engineering. Chichester: John Wiley & Sons, 1993.
3. H. Igor Ansoff. Strategic Management, Classic Edition. (May 2007) Palgrave Macmillan. 7 November 2014.
4. Mesarovic M., Macko D., Takahara Y. Theory of hierarchical multilevel systems. New York and London: Academic press, 1970.
5. Глуценко М.С. Моделювання і оптимальне керування періодичними процесами в утфельних вакуум-апаратах: дис. канд. техн. наук.: 05.13.07/ – К., 2008. – 195 с.

Рецензент: Б.М. Гончаренко, д.т.н., проф.

Пам'яті Васильєва Миколи Віталійовича



9 липня 2015 року пішов з життя Васильєв Микола Віталійович – активний учасник бойових дій під час Великої Вітчизняної війни, колишній генеральний директор виробничого об'єднання цукрового виробництва, почесний ветеран праці.

Народився Микола Віталійович 11 липня 1926 року в селі Комарівка на Вінниччині. До початку війни закінчив 8 класів Грушівської середньої школи Ульянівського району, куди переїхала сім'я і в травні 1944 року був призваний до війська Другого Українського фронту. Ратний шлях ветерана, який пролягав через взяття Будапешта і визволення Праги, позначений відповідними медалями та орденами «Червоної зірки», «Вітчизняної війни I ступеня» і «За мужество».

Трудовий шлях Микола Віталійович розпочав в повоєнній Грушці, а після закінчення Київського політехнічного інституту, в 1953 році працював головним інженером Ульянівського цукрового комбінату. У 1959 році був призначений директором Долинського цукрового заводу. Як здібний організатор і талановитий інженер, Васильєв М.В. був переведений в 1967 році в Полтавський цукротрест, яким керував до 1976 року. А з 1976 року обіймав посаду генерального директора Полтавського виробничого об'єднання цукрової промисловості. У 1980 році Микола Віталійович переведений на посаду генерального директора Кіровоградського об'єднання цукрової промисловості.

За цілий ряд нововведень у виробництво, зразкове налагодження технологічних процесів Микола Віталійович був удостоєний високих державних нагород: ордени «Жовтневої революції», «Трудового Червоного прапора», «Знак Пошани», Почесна грамота Верховної Ради УРСР.