

Використання теорії ігор при формуванні рішень в системі керування станцією сокодобування цукрового заводу

В.М. Сідлецький, кандидат технічних наук, доцент кафедри інтегрованих автоматизованих систем управління, Національний університет харчових технологій

І.В. Ельперін, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри інтегрованих автоматизованих систем управління, Національний університет харчових технологій

Наводиться реалізація системи управління продуктивністю дифузійної станції цукрового заводу з використанням теорії гри, яка використана для вибору таких значень напруги двигунів трубоваду колони, при яких буде досягнута максимальна продуктивність станції за умови мінімізації втрат цукру при зберіганні.

Ключові слова: система управління, продуктивність дифузійної станції, показники якості роботи дифузійного відділення, прийняття рішень, теорія гри.

Показана реализация системы управления производительностью диффузионной станции сахарного завода с использованием теории игр, которая используется для выбора значений напряжения двигателей трубоваду колонны, которые позволяют достигнуть максимальной производительности станции с минимальными потерями сахара при хранении.

Ключевые слова: система управления, производительность диффузионной станции, показатели качества работы диффузионного отделения, принятия решений, теория игр.

Shows the implementation of performance management system of the diffusion plant sugar factory using the theory of games, which is used to select those values, voltage motors diffusion tower, where provided is reached station maximum performance the to minimize sugar losses during storage.

Keywords: system management, performance diffusion plant, quality of the diffusion branch, decision making, game theory.

Вступ

Відповідно до [1] основним завданням при управлінні станцією сокодобування є визначення рекомендованих значень технологічних параметрів для підтримання якісних показників роботи дифузійної станції: якості дифузійного соку, неврахованих втрат цукру та втрат цукру з жомом.

Одним із параметрів, який суттєво впливає на ці показники, є тривалість дифузії. Одночасно з якісними показниками, при розробці продукційної моделі дифузійної станції, розглядаються вимоги до режимів заповнення апаратів стружкою і переміщення стружки в апаратах, які, в свою чергу, залежать від частоти обертання шнеків. Останні параметри тісно пов'язані з продуктивністю дифузійної станції, тобто швидкістю переробки буряків. Змінюючи вище перелічені параметри, ми змінюємо продуктивність. Але змінюючи продуктивність, ми змінюємо якісні показники.

В свою чергу зміна продуктивності впливає на зміну втрат цукру в процесі зберігання буряків. Необхідність організації зберігання буряків на цукрових заводах пояснюється різницею в темпах їх збирання та темпах переробки. Це пояснюється тим, що потужність цукрового заводу дозволяє переробити тільки визначену кількість сировини за добу. У той же час не можна зменшувати темп збирання цукрових буряків, так як існує велика ймовірність погіршення погодних умов, що може значно ускладнити процес їх збирання.

Актуальність

В процесі зберігання буряків відбуваються прямі втрати цукру, що також супроводжуються зміною їх показників якості [2,3].

Зміна якісних показників сировини і прямі втрати цукру залежать від:

- якості буряків, що поступають на зберігання;
- умов зберігання, у тому числі, і погодних умов;
- терміну зберігання.

З перелічених факторів можна змінювати тільки термін зберігання шляхом зміни продуктивності дифузійної станції. Чим вище продуктивність, тим менший термін зберігання, тим менші втрати цукру при зберіганні. При цьому треба враховувати, що для збільшення продуктивності необхідно збільшити швидкість переміщення стружки в апараті, а це може привести до збільшення втрат цукру при переробці. У свою чергу, продуктивність дифузійної станції залежить від якості буряків, які поступають на переробку.

Крім того, якісні показники буряків впливають на технологічні режими їх переробки. Так, якість стружки, отриманої на бурякорізках напряму залежать від якості буряків. Це стосується як прямих фізичних показників якості стружки: довжини, % браку, так і зміни її властивостей, які впливають на сам процес дифузії цукру із стружки. Зміна якості стружки призводить до зміни технологічних режимів роботи дифузійної станції і порушує ритмічність його роботи.

Таким чином етап зберігання буряків, передача їх на переробку і визначення продуктивності дифузійної станції є важливою задачею, яка може суттєво вплинути на втрати цукру і підвищення ефективності роботи станції.

При цьому необхідно враховувати особливості організації зберігання буряків, яке полягає у тому, що в процесі надходження сировини на цукровий завод сировинна лабораторія заводу проводить аналіз показників якості: цукристості, забрудненості, наявності у партії буряків механічних пошкоджень або уражених хворобами. Ці показники повинні враховуватись в процесі закладання буряків на зберігання та визначення порядку їх переробки.

Таким чином, основною задачею є визначення продуктивності дифузійної станції, яку можливо досягти для даної якості бурякової стружки, зберігаючи при цьому визначені показники якості, насамперед, втрат цукру в жомі. Крім того, враховуючи залежність втрат цукру при зберіганні від швидкості його переробки, доцільно розробити алгоритми розрахунку втрат цукру при зберіганні. За допомогою цих алгоритмів, на основі інформації, отриманої від сировинної лабораторії, про якісні показники сировини, контролю за умовами з і терміном зберігання необхідно сформулювати рекомендації щодо:

- порядку перероблення партій буряків з метою зменшення втрат цукру в процесі зберігання;
- формування, по можливості, однорідних за властивостями партій переробки буряків, з метою покращення ритмічності роботи дифузійного відділення.

При цьому необхідно поставити і вирішити наступні задачі:

- розробити методику визначення прогнозованих втрат цукру в буряках під час зберігання;
- визначити методику розробки плану переробки буряків з метою зменшення втрат цукру при зберіганні
- розробити методику визначення продуктивності дифузійної станції з метою зменшення загальних втрат цукру при зберіганні і переробці

Формування рекомендацій при управлінні продуктивністю дифузійної станції

Проведений аналіз показує, продуктивність дифузійної станції суттєво впливає як на показники якості процесу дифузії в процесі переробки цукрових буряків, так і втрати цукру в процесі зберігання сировини. При цьому виникає деякі протиріччя у прийнятті рішення. Якщо є необхідність зменшити втрати цукру при зберіганні, необхідно збільшувати темп переробки сировини, тобто збільшувати продуктивність дифузійного відділення. Але це може призвести до збільшення втрат цукру в жомі і погіршення показників якості процесу дифузії. З іншого боку, зміна показників стану сировини призводить до зміни технологічних умов процесу екстрагування та значно впливає якісні показники процесу дифузії. Це може вимагати зміни терміну перебування стружки в колоні, що змінить продуктивність станції і буде порушувати ритмічність її. А це, в свою чергу, буде впливати на терміни зберігання сировини і, відповідно, на втрати цукру при зберіганні. Таким чином вибір алгоритмів управління продуктивністю є важливою задачею.

Крім того, необхідно розуміти, що мінімізація загальних втрат цукру в процесі зберігання і переробки, як суми окремих незалежних складових, не завжди приносить бажаний результат. Це можна пояснити таким прикладом. Несприятливі погодні умови призвели до суттєвого збільшення втрат цукру в буряках, які перебувають на кагатних полях. Можна збільшити темп переробки буряків, але це призведе до збільшення вмісту цукру в жомі, тобто до збільшення втрат під час переробки. При деяких умовах доцільно прийняти рішення на зміну технологічних режимів, які призведуть до ненормованих втрат цукру в жомі, якщо загальні втрати цукру будуть меншими.

Змінювати продуктивність дифузійної станції можливо двома шляхами:

- збільшенням напруги на двигунах трубоваду колони, що призводить до збільшення швидкості проходження стружки через апарат і зменшує час перебування стружки в апараті;
- зменшенням довжини стружки (збільшенням геометричних розмірів), що призводить до необхідності збільшення часу перебування стружки в апараті. Це пояснюється тим, що грубіша стружка краще переміщується в апараті, і тому апарат можна заповнити більшою кількістю стружки. Але при цьо-

му збільшується товщина слою дифузії, що вимагає збільшення часу дифузії, тобто зменшення напруги на двигунах колони.

Таким чином, в процесі знаходження управляючих рішень щодо зміни продуктивності переробки сировини при збереженні втрат цукру в заданих межах виникає конфліктна ситуація неантагоністичного типу, в якій можна виділити дві сторони [4,5]:

- перша – зацікавлена у збільшенні продуктивності за рахунок збільшення напруги на двигунах колони;
- друга – зацікавлена у зменшенні втрат при переробці цукрових буряків за рахунок збільшення довжини стружки.

Довжина стружки залежить від якості сировини і настройки бурякорізок, тобто є параметром, яким оперативнo керувати неможливо. Тому задачею системи буде знаходження таких значень напруги двигунів, за яких буде досягнута максимальна продуктивність станції для наявної довжини стружки за умови збереження втрат цукру при зберіганні.

Приймаючи, що кожному значенню напруги на двигунах колони v і довжині стружки d буде відповідати як продуктивність A , так і втрати цукру B , необхідно знайти ситуацію, в якій продуктивність буде максимальною, а втрати – мінімальними:

$$\begin{cases} A = f_1(v, d) \\ B = f_2(v, d) \end{cases} \quad A \rightarrow \max, B \rightarrow \min \quad (1)$$

Математичного виразу, за допомогою якого можна було б отримати залежність продуктивності від напруги на двигунах колони та довжини стружки, не було знайдено, так як зміна напруги на двигунах колони не призводить до пропорційної зміни продуктивності. Це можна пояснити тим, що продуктивність, в першу чергу, залежить від процесів, які впливають на переміщення стружки, і які, як показано у попередніх розділах, залежать від значної кількості факторів. При цьому слід зазначити, що в процесі роботи, оператором завжди знаходиться режим, який можна назвати усталеним, при якому досягались задані показники роботи дифузійної станції при різних значеннях напруги на валу двигунів колони, різних значеннях довжини стружки і при різних значеннях продуктивності. Виходячи з цього, використовуючи експериментальні дані роботи дифузійної станції, була сформована матриця (таблиця 1), за допомогою якої можна було визначити, яка продуктивність a була характерною для напруги двигунів колони v та довжини стружки d . Аналогічно для втрат цукру при переробці була сформована матриця (таблиця 2), яка характеризує втрати цукру β в залежності від напруги двигунів колони v та довжини стружки d .

Таблиця 1

Значення продуктивності в залежності від напруги двигунів колони та довжини стружки

Напряга двигунів колони	Довжина стружки				
	d_1	...	d_i	...	d_n
Продуктивність дифузійної станції, тон					
v_1	a_{11}	...	a_{1j}	...	a_{1n}
...
v_j	a_{1j}	...	a_{ij}	...	a_{in}
...
v_m	a_{1m}	...	a_{mi}	...	a_{mn}

Таблиця 2

Значення втрат цукру в залежності від напруги двигунів колони та довжини стружки

Напряга двигунів колони	Довжина стружки				
	d_1	...	d_i	...	d_n
Втрати цукру					
v_1	β_{11}	...	β_{1j}	...	β_{1n}
...
v_j	β_{1j}	...	β_{ij}	...	β_{in}
...
v_m	β_{1m}	...	β_{mi}	...	β_{mn}

Для вирішення даної задачі можна умову (1) розглянути як неантагоністичну біматричну гру:

$$G = (N, \{X_i\}_{i \in N}, \{H_i\}_{i \in N}) \tag{2}$$

В якій $N = \{1, 2, \dots, n\}$ – множина гравців, X_i – множина стратегій гравця i , H_i – функція виграшу гравця i .
Приймаємо процес переробки як гру G , в якій є дві сторони.

$$G = (X_{11}, X_{12}, H_{11}, H_{12}) \tag{3}$$

Одна сторона – зацікавлена в збільшенні продуктивності при переробці і для якої множиною стратегій є зміна напруги на двигунах колони $X_1 = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$, друга сторона – зацікавлена в зменшенні втрат при переробці і для якої множиною стратегій є зміна довжини стружки $X_2 = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$. Функціями виграшу для сторін будуть $H_1 = P(v, d)$ і $H_2 = C_2(v, d)$ відповідно для продуктивності та втрат цукру при переробці. Тоді таблиці значень втрат цукру при переробці та продуктивність переробки, в залежності від напруги та довжини стружки, приймуть вигляд матриць гри G :

$$\begin{matrix}
 & \begin{matrix} |d_1 & \dots & d_i & \dots & d_n \\ \hline v_1 & a_{11} & \dots & a_{i1} & \dots & a_{n1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_j & a_{1j} & \dots & a_{ij} & \dots & a_{nj} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_m & a_{1m} & \dots & a_{im} & \dots & a_{nm} \end{matrix} &
 \begin{matrix}
 & \begin{matrix} |d_1 & \dots & d_i & \dots & d_n \\ \hline v_1 & \beta_{11} & \dots & \beta_{i1} & \dots & \beta_{n1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_j & \beta_{1j} & \dots & \beta_{ij} & \dots & \beta_{nj} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_m & \beta_{1m} & \dots & \beta_{im} & \dots & \beta_{nm} \end{matrix}
 \end{matrix}
 \end{matrix} \tag{3}$$

Таблиця 3

Значення продуктивності в залежності від напруги двигунів колони та довжини стружки

Напру- га дви- гунів коло- ни	Довжина стружки							
	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5
	Продуктивність дифузійної станції, тон							
135	2033.52	2109.59	2150.90	2008.55	2075.33	2096.52	2082.59	2023.79
145	2020.22	2021.84	2152.81	2176.98	2027.95	2113.13	2055.69	2088.97
155	2213.32	2089.23	2143.15	2020.84	2049.18	2063.21	2091.38	2091.43
165	2142.84	2201.25	2168.34	2093.35	2025.63	2025.85	2085.66	2139.17
175	2058.69	2233.97	2137.93	2046.10	2157.23	2019.93	2030.80	2021.92
185	2198.86	2011.79	2171.19	2022.54	2010.29	2063.71	2164.04	2117.86
195	2103.08	2059.02	2050.02	2185.66	2186.61	2078.20	2201.35	2111.08
205	2005.22	2165.07	2146.70	2236.24	2141.55	2109.09	2184.08	2121.71
215	2226.14	2269.31	2120.78	2103.82	2072.89	2003.08	2082.95	2146.73
225	2169.74	2048.16	2274.80	2278.08	2216.96	2118.09	2104.00	2127.41
235	2303.14	2322.32	2149.28	2171.18	2206.25	2224.04	2032.52	2019.27
245	2282.00	2205.83	2074.61	2029.24	2089.20	2041.06	2232.08	2103.30
255	2267.26	2316.42	2235.76	2082.68	2218.81	2162.85	2196.18	2103.05
265	2122.67	2003.69	2256.82	2075.13	2158.23	2184.20	2156.81	2176.08
275	2287.74	2032.03	2007.34	2065.81	2115.55	2169.35	2197.12	2045.02
285	2036.95	2214.05	2325.95	2261.73	2008.69	2133.34	2284.43	2102.82
295	2038.99	2413.17	2327.77	2160.37	2294.59	2207.87	2160.83	2066.34
305	2471.47	2261.31	2212.54	2116.08	2170.79	2331.28	2164.66	2151.79
315	2153.25	2047.72	2058.08	2343.06	2313.47	2283.74	2229.87	2214.39
325	2256.32	2038.70	2002.60	2326.66	2142.74	2020.99	2321.56	2070.87
335	2330.87	2451.42	2046.53	2332.26	2341.15	2030.16	2164.61	2049.62
345	2448.04	2305.65	2429.24	2064.52	2144.01	2081.38	2185.29	2260.94
355	2444.16	2080.06	2294.86	2039.86	2304.69	2112.40	2103.04	2341.34
365	2479.00	2408.55	2348.58	2321.60	2181.15	2061.64	2049.55	2231.14
375	2278.92	2519.10	2158.56	2333.38	2138.43	2055.09	2027.24	2358.67

Наприклад в **таблицях 3 і 4** наводяться Для перевірки наведеного підходу, була взята вибірка, На основі цих даних побудовані матриці залежності продуктивності та втрат цукру при переробці буряків від напруги двигунів колони (часу перебування стружки в апараті) та довжини стружки.

Матриці виграшу для кожної сторони наведені у вигляді таблиць, для першої сторони чистими

Значення втрат цукру в залежності від напруги двигунів колони та довжини стружки

Напру- га дви- гунів коло- ни	Довжина стружки							
	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5
	Втрати цукру							
135	0.39	0.35	0.28	0.26	0.21	0.27	0.23	0.21
145	0.47	0.34	0.35	0.25	0.23	0.24	0.23	0.23
155	0.43	0.42	0.30	0.29	0.28	0.28	0.24	0.23
165	0.42	0.34	0.40	0.28	0.32	0.26	0.30	0.22
175	0.56	0.45	0.36	0.38	0.33	0.26	0.29	0.26
185	0.60	0.36	0.34	0.33	0.31	0.37	0.29	0.30
195	0.53	0.51	0.38	0.32	0.35	0.31	0.30	0.36
205	0.50	0.51	0.47	0.37	0.33	0.31	0.36	0.33
215	0.61	0.52	0.51	0.45	0.39	0.43	0.33	0.37
225	0.74	0.57	0.45	0.38	0.36	0.33	0.34	0.36
235	0.55	0.52	0.43	0.40	0.36	0.43	0.43	0.32
245	0.73	0.69	0.53	0.56	0.37	0.43	0.46	0.39
255	0.59	0.55	0.58	0.43	0.52	0.45	0.36	0.48
265	0.60	0.72	0.62	0.53	0.42	0.42	0.38	0.47
275	0.91	0.56	0.64	0.47	0.53	0.48	0.48	0.36
285	0.83	0.68	0.60	0.62	0.53	0.54	0.52	0.38
295	0.69	0.71	0.62	0.55	0.48	0.44	0.46	0.49
305	0.81	0.85	0.58	0.53	0.46	0.48	0.45	0.42
315	0.96	0.81	0.72	0.52	0.60	0.51	0.49	0.49
325	0.84	0.84	0.73	0.58	0.50	0.67	0.52	0.59
335	1.00	0.81	0.64	0.67	0.65	0.56	0.56	0.57
345	1.08	0.89	0.68	0.78	0.70	0.52	0.56	0.63
355	1.03	0.86	0.85	0.71	0.68	0.57	0.66	0.55
365	1.19	1.02	0.64	0.69	0.57	0.57	0.50	0.60
375	0.88	1.04	0.75	0.81	0.68	0.59	0.68	0.65

стратегіями будуть $X_1 = \{135, 145, 155, 165, 175, 185, 195, 205, 215, 225, 235, 245, 255, 265, 275, 285, 295, 305, 315, 325, 335, 345, 355, 365, 375\}$, а для другої сторони чистими стратегіями будуть $X_2 = \{6, 6.5, 7, 7.5, 8, 8.5, 9, 9.5\}$.

Для гри G ситуацією рівноваги будуть такі значення v та d , для яких виконається умова:

$$G = (v, d) \rightarrow \left\{ (v^*, d^*) \left| \begin{array}{l} H_1(v, d^*) = \max_{X_{11}} H_1(v, d) \\ H_2(v^*, d) = \min_{X_{12}} H_2(v^*, d) \end{array} \right. \right. \quad (4)$$

Приймаючи, що для гри G повний набір ймовірності використання першою стороною своїх чистих стратегій змішаної стратегії $X_{11} = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ та $X_{12} = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$ - змішаних стратегій другої сторони. Тоді середні виграші першої та другої сторони будуть дорівнювати:

$$G(H_1, v, d) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} v_i d_j \quad (5)$$

$$G(H_2, v, d) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \beta_{ij} v_i d_j$$

Ситуація рівноваги для даної біматричної гри буде складати пару (v, d) таких змішаних стратегій першої та другої сторони, які будуть задовільняти нерівності:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} d_j \leq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} v_i d_j \quad (i = 1, \dots, m)$$

$$\sum_{i=1}^m \beta_{ij} v_i \leq \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \beta_{ij} v_i d_j \quad (j = 1, \dots, n)$$

(6)

Згідно [6] для того, щоб ситуація (v^0, d^0) була ситуацією рівноваги в змішаних стратегіях біматричної гри G , необхідно та достатньо, щоб знайшлися множини $H_1^0 \subseteq H_1$, $H_2^0 \subseteq H_2$, та числа u_1, u_2 , для яких виконуються умови:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \in H_2^0} a_{ij} v_j^0 = u_1 \quad \forall i \in H_1^0, \\ \sum_{j \in H_2^0} a_{ij} v_j^0 \leq u_1 \quad \forall i \notin H_1^0, \\ \sum_{j \in H_2^0} v_j^0 = 1, v_j^0 \geq 1 \quad \forall j \in H_2^0, \end{array} \right. \quad (7)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \in H_2^0} d_j^0 \beta_{ij} = u_2 \quad \forall j \in H_2^0, \\ \sum_{j \in H_2^0} d_j^0 \beta_{ij} \leq u_2 \quad \forall j \notin H_2^0, \\ \sum_{j \in H_2^0} d_j^0 = 1, d_j^0 \geq 1 \quad \forall i \in H_1^0, \end{array} \right. \quad (8)$$

Для знаходження ситуації рівноваги в біквадратичних іграх використовують алгоритми відкидання строго домінуючих стратегій. Для цього необхідно знайти домінуючі строки матриці H_1 та стовпці в матриці H_2 , виділяючи при цьому строге та слабке домінування.

Реалізація системи управління

Для ведення технологічного процесу найкраще, щоб був найбільший час перебування і найбільша довжина стружки. Але зростання довжини стружки збільшує навантаження апарату, і тому необхідно зменшити кількість стружки в апараті, тобто або зменшувати час її перебування, або подавати більш грубішу стружку. В свою чергу, подача більш грубішої стружки (зменшення довжини) або зменшення часу перебування стружки в апараті приводить до збільшення втрат цукру з жомом.

Використання теорії гри при розрахунку оптимальної продуктивності цукрового заводу дозволяє врахувати втрати цукру під час зберігання та її залежність від: послідовності переробки кожної партії, від температури навколишнього середовища, показників якості сировини, а також врахувати зміну втрат цукру під час переробки при зміні продуктивності, за рахунок зміни геометричних показників стружки та часу перебування стружки в апараті.

Аналіз функцій, які повинен виконувати модуль формування рекомендацій для управління продуктивністю переробки, дав змогу виділити наступні елементи, з яких повинна складатись його структура:

- блок оцінки стану сировини, який виконує розрахунок можливих втрат цукру при зберіганні сировини;
- блок розрахунку плану подачі сировини на переробку з врахуванням якісних показників сировини та втрат цукру при зберіганні;
- блок розрахунку продуктивності переробки з врахуванням втрат сировини при зберіганні.

Вирішення поставленого завдання може бути досягнуте включенням до складу ПППР додаткового модуля управління продуктивністю роботи дифузійної станції (рис. 1) [7].

Інформація про роботу дифузійної станції надходить в блок аналізу зміни продуктивності та втрат цукру при переробці в залежності від напруги на двигунах колони та довжини стружки. Даний блок виконує функції пошуку таких значень напруги на двигунах колони, при якій продуктивність була б максимальна, а втрати цукру - мінімальні.

Із сировинної лабораторії інформація про кількість та стан сировини, яка надійшла на зберігання, подається до блоку розрахунку втрат цукру при зберіганні та блоку розрахунку плану подачі сировини.

Для кожного значення продуктивності визначаються втрати при зберіганні та втрати при переробці, а також знаходиться продуктивність, при якій сума цих втрат мінімальна.

Для заданих значень продуктивності та втрат при переробці знаходиться значення напруги на валу двигунів колони.

Висновки

Аналіз ефективності роботи дифузійної станції показує, що основним параметром, який впливає на загальні втрати цукру в процесі зберігання і переробки буряків, є продуктивність. Відповідно до ведення технологічного процесу дифузії видно, що змінювати продуктивність дифузійної станції можливо або зміною напруги на двигунах колони, або зміною довжини стружки.

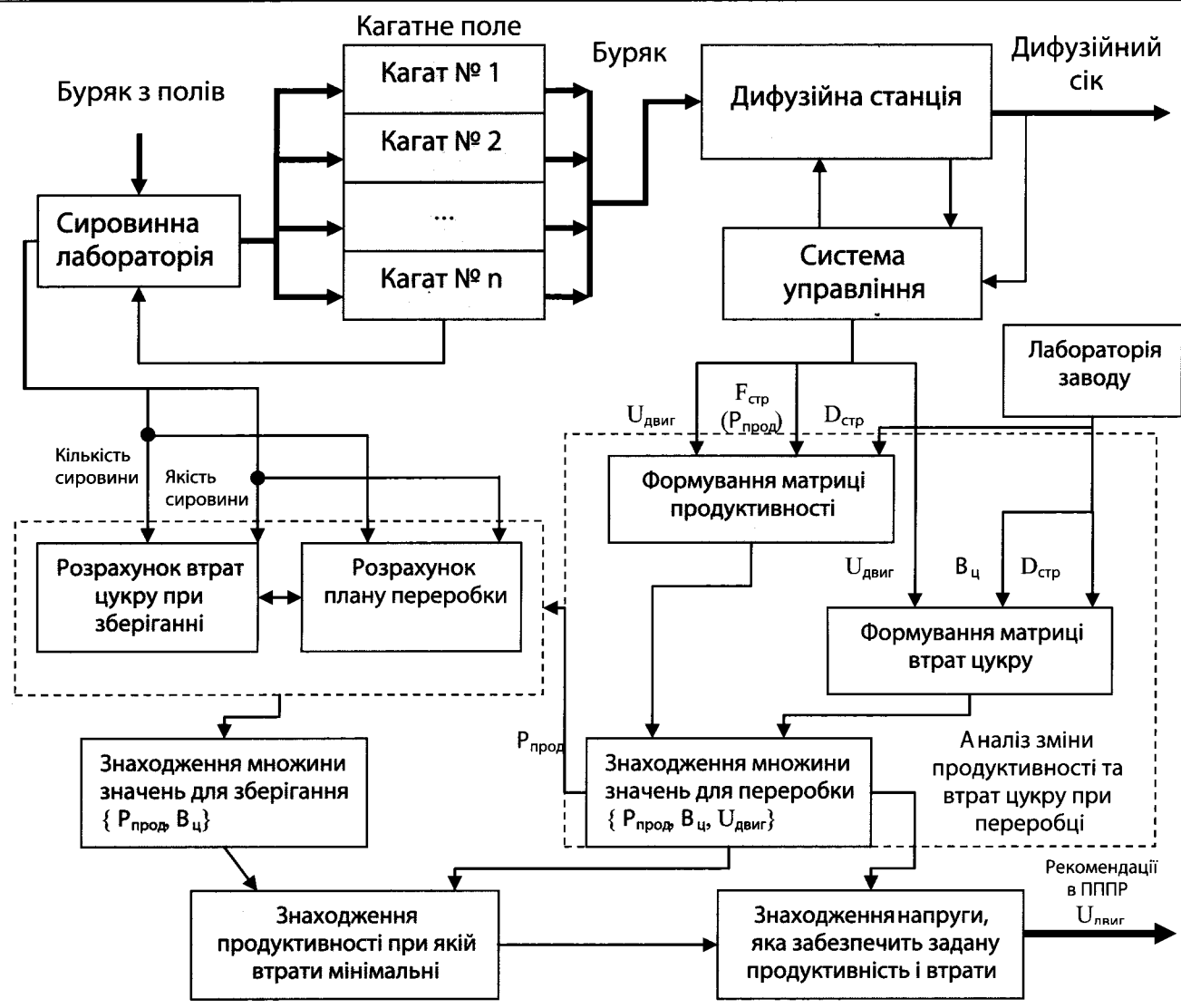


Рис 1. Структурна схема управління дифузійною станцією з модулем управління продуктивністю дифузійної станції

Основною задачею під час управління продуктивністю дифузійною станцією є пошук таких значень напруги двигунів, за яких буде досягнута максимальна продуктивність станції для наявної довжини стружки за умови збереження втрат цукру при зберіганні, вказана задача була вирішена з використання теорії гри.

Список використаних джерел:

1. Сідлецький В.М. Автоматична система прогнозування та багатокритеріального вибору в системі управління дифузійною станцією цукрового заводу/ Сідлецький В.М., Ельперін І.В. // Цукор України, 2011, №8(68), с.37 – 42
2. Князев В.А. Приемка и хранение сахарной свеклы по прогрессивной технологи / В.А. Князев; – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 200с.
3. Мілінкевич В.М. Технологічна якість цукрових буряків та підвищення ефективності виробництва цукру / В.М. Мілінкевич, В.В. Куянов, Ю.С. Іоніцій; – К. : Фітосоціоцентр, 2000. – 132 с.
4. Губанов Д.А. О стратегической рефлексии в биматричных играх / Д.А. Губанов, А.Г. Чхартишвили // Управление большими системами: сб. трудов. – М. : ИПУ РАН, 2008 – Вып. 21. – с. 49-57.
5. Стрекаловский А.С. Биматричные игры и билинейное программирование / А.С. Стрекаловский, А.В. Орлов; – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 224 с.
6. Васин А.А. Теория игр и модели математической экономики / А.А. Васин, В.В. Морозов; – М. : МАКС Пресс, 2005. - 272 с. – М., 2005.
7. Пат. 24300 Україна МПК G05B 13/00. Система керування процесом переробки сировини / В.М. Сідлецький, І.В. Ельперін; Заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій . - № u 2007 01541; заявл. 13.02.07; опубл. 25.06.07. Бюл. № 9

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