

Встановлення закономірностей зміни показників використання молочних цехів на території громад

А. М. Тригуба, М. В. Рудинець, Н. В. Павліха, І. Л. Тригуба, І. В. Кицюк,
О. А. Корнелюк, В. І. Федорчук-Мороз, І. В. Андрощук, І. С. Скороход,
Д. Е. Селезньов

Запропоновано підхід до обґрунтування закономірностей зміни показників використання молочних цехів на території громад за різних їх параметрів та із врахуванням мінливих виробничих умов. Цей підхід базується на проведенні експериментальних дослідженнях складових виробничих умов, враховує їх особливості для кожної окремої громади і передбачає моделювання виконання робіт у переробних цехах.

На підставі прогнозування добових обсягів надходження на переробку молока від господарств громад впродовж календарного року встановлено, що існує два періоди – інтенсивний (з 119 по 301 доби календарного року) та неінтенсивний (з 1 по 118 та з 302 по 365 добу календарного року). У інтенсивний період переробки молока слід організовувати роботу у дві зміни, а у неінтенсивний період у одну зміну. Встановлено, що добові обсяги переробки молока описуються законами розподілу Вейбулла, а їх статистичні характеристики впродовж інтенсивного та неінтенсивного періодів відповідно становлять: коефіцієнт варіації – 0,65 та 0,62; параметр форми – 1,56 та 1,64. При цьому, довірчий інтервал знаходиться в межах 509...6995 та 46...634 л.

На прикладі виробничих умов Бродівського району Львівської області (Україна) проведено дослідження щодо обґрунтування закономірностей зміни показників використання молочних цехів на території громад за різних їх параметрів та із врахуванням мінливих виробничих умов. Встановлено, що зі зростанням продуктивності молочних цехів від 0,5 до 20 т/добу пропорційно знижується питоме споживання електроенергії від 116 до 10 кВт/тону, питоме споживання води від 10 до 0,3 м³/тону та питома потреба (N_w) у людській праці від 0 до 0,3 осіб/тону за виробництва різних видів молочних продуктів.

Досліджені мінливі виробничі умови та визначені тенденції зміни показників використання молочних цехів на території громад лежать в основі визначення вартісних показників. Результати проведених досліджень будуть корисними під час ідентифікації конфігурації проектів створення цехів виробництва молочних продуктів на території громад

Ключові слова: функціонування, цех, переробка молока, ефективність, планування, моделювання, стохастичність, виробничі умови.

1. Вступ

Сьогодні у світі залишається невирішеною проблема продовольчої безпеки. Зазначена проблема ще більше загострилася зі зростанням вимог світової

організації торгівлі до якості продуктів харчування. Це пов'язано із тим, що більшість молока сировини виробляється у господарствах населення на території окремих громад, які не мають власних цехів для його переробки. Водночас, його заготівлею займаються великі молокопереробні заводи, що є монополістами у цій галузі. Молокопереробні заводи диктують цінову політику і дрібним господарствам стає не вигідно виробляти молоко сировину. При цьому зростає тривалість від часу виробництва молока до його переробки, що знижує якість молочних продуктів. Це не відповідає вимогам законодавства ЄС. Молоко належить до швидкопсувних продуктів і має специфічні вимоги до його переробки.

Для вирішення існуючої проблеми слід реалізовувати проекти створення цехів виробництва молочних продуктів (ПВМП) на території громад. З цією метою держава розробила низку програм, які сприяють розвитку громад та створення виробничих об'єктів на їх території. Водночас, поза увагою залишаються ПВМП, конфігурація продуктів яких значною мірою впливає як на якість виробництва молочних продуктів, так і на їх вартість.

Для ефективної реалізації ПВМП на території окремих адміністративних громад слід ідентифікувати характеристики об'єктів конфігурації зазначених проектів та їх продуктів. Для цього необхідно використовувати специфічні методи та моделі. Зокрема інструментарій ідентифікації характеристик об'єктів конфігурації продуктів ПВМП на території окремих адміністративних громад повинен враховувати особливості виробничої складової проектного середовища. До цих особливостей належить наявність та параметри господарств виробників молока, їх територіальне розташування, стан мережі доріг між ними тощо. Важливу роль відіграє сезонність виробництва молока. Зазначені особливості виробничої складової проектного середовища зумовлюють режими роботи переробного цеху, а також характеристики обладнання для переробки молока. Ці особливості є специфічними для кожної окремої громади та значною мірою впливають на показники використання молочних цехів. Також виробнича складова проектного середовища впливає на режими роботи переробних цехів впродовж календарного року.

Враховуючи те, що окремі громади мають свої специфічні особливості виробничої складової проектного середовища, то ефективна реалізація ПВМП неможлива без вирішення задачі ідентифікації їх продуктів. Водночас, якісна ідентифікація продуктів ПВМП потребує обґрунтування закономірностей зміни показників використання молочних цехів на території громад за різних їх параметрів та із врахуванням мінливих виробничих умов.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

У роботі [1] запропоновано підхід до ідентифікації характеристик об'єктів конфігурації продуктів проектів. Роботи [2–5] стосуються підвищення ефективності використання об'єктів конфігурації проектів за різними критеріями (вартість, вплив на екологію тощо). У роботах [6–8] враховуються особливості використання об'єктів конфігурації у проектах. Однак використати отримані у роботах [6–8] результати досліджень для встановлення закономірностей зміни показників використання молочних цехів на території окремих адміністративних громад не-

можливо. Це пов'язано із тим, що не передбачено використання критеріїв якості виробництва молочних продуктів та часу їх виробництва. Ці критерії характерні для дослідження функціонування молочних цехів, які забезпечують виробництво швидкопсувних продуктів харчування, до яких належить молоко.

У роботах [9–11] для визначення показників використання об'єктів конфігурації систем пропонується виконувати моделювання їх роботи. При цьому, запропоновані вище методи та моделі ґрунтуються на детермінованих показниках використання об'єктів конфігурації систем. Використати отримані у роботах [9–11] результати досліджень функціонування молочних цехів неможливе через те, що ними не враховуються мінливі обсяги надходження сировини у переробні цехи впродовж календарного року та умов і особливості виконання робіт щодо виробництва молочних продуктів.

У роботах [12–14] пропонується обґрунтовувати потребу у об'єктах конфігурації систем із врахуванням мінливих обсягів їх завантаження, а у роботах [15–17] із врахуванням їх ризику. Однак використати отримані у роботах [12–17] результати досліджень для визначення тенденцій зміни показників використання молочних цехів на території окремих адміністративних громад неможливо, через те що ними не враховуються специфічні характеристики виробничих умов. Зокрема, ними не враховуються особливості виробничої складової функціонування молочних цехів, яка є специфічною для кожної із територіальних громад. Окрім того, не передбачено врахування сезонності виробництва молока, а відповідно і обсягів переробки молока. Це значною мірою впливає на ефективність функціонування молочних цехів [18, 19] та якість вироблених молочних продуктів [20].

Відомо, що адекватне прогнозування характеристик виробничої складової функціонування молочних цехів можливе лише на підставі їх моделювання [20, 22]. Однак стосовно функціонування молочних цехів, для кожної із громад, на території яких планується їх встановлення, слід проводити специфічні дослідження [21]. Невраховування специфічних виробничих умов окремих громад, а також без врахування сезонності виробництва молока, неможливо адекватно визначити тенденції зміни показників використання молочних цехів та відповідно обґрунтувати ефективну конфігурацію їх проектів.

Слід зазначити, що є наукові роботи [13, 16], у яких частково прогнозуються виробничі умови систем переробки молока. Однак наукові роботи [13, 16] враховують надходження молока на його переробку від великих господарств. Це не забезпечує адекватного прогнозування умов виробництва молока господарствами на території громад. Окрім того, ними не передбачають моделювання використання молочних цехів із врахуванням сезонності виробництва молока, що не дає можливості адекватно обґрунтувати тенденції зміни показників використання молочних цехів на території громад.

Отже, розв'язанню задач ідентифікації характеристик об'єктів конфігурації продуктів проектів у різних сферах приділено достатньо уваги. Однак автори наукових робіт не повною мірою враховують особливості ПВМП, що вказує на потребу проведення відповідних наукових досліджень. Зокрема, якісна ідентифікація продуктів ПВМП потребує обґрунтування закономірностей зміни

показників використання молочних цехів на території громад за різних їх параметрів та із врахуванням мінливих виробничих умов.

3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є встановлення тенденцій зміни показників використання молочних цехів на території громад за різних їх параметрів та із врахуванням мінливих виробничих умов, які лежать в основі формування бази знань для системи підтримки прийняття управлінських рішень планування конфігурації зазначених молочних цехів.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- обґрунтувати етапи та особливості прогнозування функціональних показників молочних цехів на території громад;
- дослідити вплив параметрів громадських молочних цехів на показники їх використання із врахуванням мінливих виробничих умов.

4. Етапи та особливості прогнозування функціональних показників молочних цехів на території громад

Прогнозування показників використання молочних цехів на території громад виконують на підставі реалізації п'яти етапів (рис. 1).

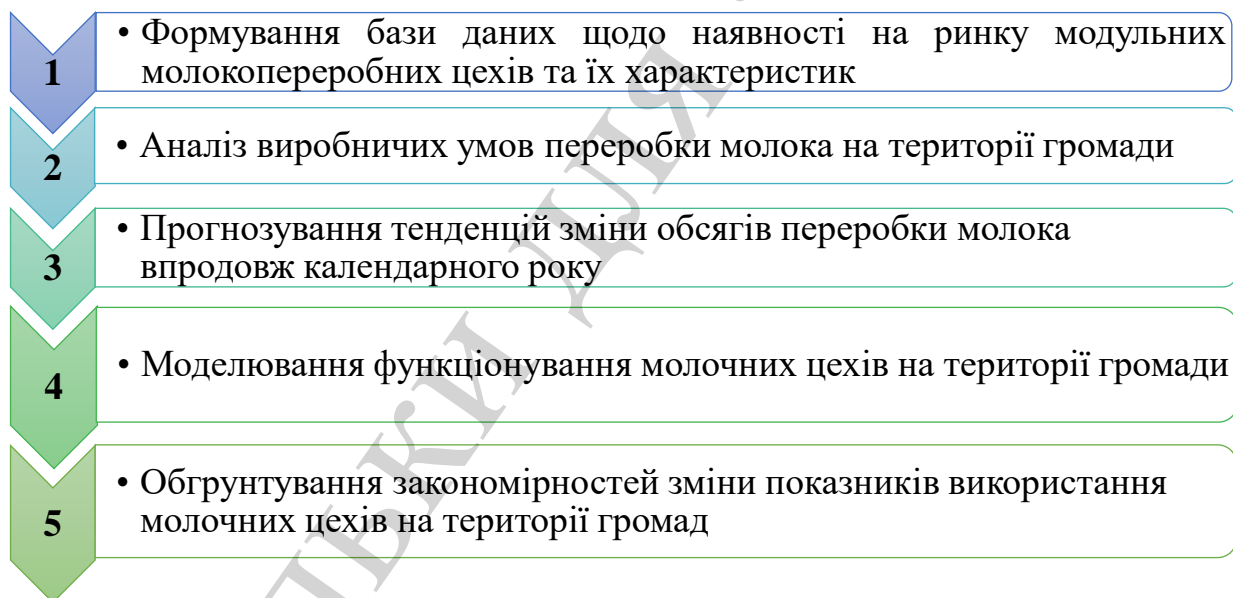


Рис. 1. Етапи прогнозування показників використання молочних цехів на території громад

Етап 1. Формування бази даних щодо наявності на ринку модульних молокопереробних цехів та їх характеристик. Формування бази даних щодо наявності на ринку модульних молокопереробних цехів передбачає для заданої технології виробництва молочних продуктів аналіз наявності на вітчизняному ринку модульних молочних цехів для переробки молока різної продуктивності. Для кожного із зазначених цехів заданої продуктивності заповнюють форми, в які заносять дані щодо характеристик їх технічного оснащення (табл. 1).

Таблиця 1

Форма характеристик технічного оснащення модульних цехів для переробки молока

Показник	Одиниця виміру	Продуктивність, т/добу					
		0,5	1	3	5	10	20
Встановлена потужність	кВт	57	85	163	222	439	638
Витрата води	м ³ /добу	5	6	6,5	7	8	20
Швидкість відводу стоків	м ³ /год	3,5	3,5	3,5	3,5	5,5	5,5
Потреба у виконавцях	осіб	1	1	2	3	5	6
Вартість	тис. грн	2056,63	2123,6	5982,06	7449,4	12989	17744

На підставі заповненої форми (табл. 1) виконується аналіз наявності на ринку технічного оснащення модульних цехів для переробки молока та технологічних особливостей їх використання. В основі технологій виробництва молочних продуктів лежать види отримуваних молочних продуктів і виконання окремих операцій (машинне, автоматизоване, комбіноване) [22–24]. Відповідно до вибраної технології здійснюється вибір варіантів модульних молочних цехів.

Етап 2. Аналіз виробничих умов переробки молока на території громади. Наявність та територіальне розташування виробників молока на території окремих громад обґрунтовується на підставі аналізу звітної документації цих громад. Обсяг (Q_{on}) надходження молока від кожного із окремих виробників молока на території громади у t -у добу сезону його заготівлі здійснюється за виразом:

$$Q_{on} = \sum_{x=1}^{N_{en}} Q_{oxj}, \quad (1)$$

де Q_{oxj} – обсяг виробництва молока від x -о господарства, що реалізовує його n -му цеху у j -у добу сезону його заготівлі, т; N_{en} – кількість господарств, що реалізують молоко на n -й переробний цех, од.

До характеристик організаційної складової переробки молока на території громади належить режим виконання робіт (кількість змін роботи молочних цехів), який впродовж окремого календарного року є мінливим. Його зміна (адаптування) зумовлюється часовою зміною обсягів заготовленого молока впродовж календарного року, яка прогнозується залежно від обсягів надходження молока на переробку.

Етап 3. Прогнозування тенденцій зміни обсягів переробки молока впродовж календарного року. Добовий обсяг виробництва молока у x -у господарстві, що формує потік замовлень на виконання робіт із переробки молока заданим технічним оснащенням модульних цехів, є мінливим і характеризується-

ся поголів'ям (n_k) молочного стада у господарстві, їх продуктивністю (q_k) і віком (v_k), добою (τ_i), у якій виробляється молоко продовж періоду лактації корів, раціоном годівлі (θ) та умовами (ω) утримування корів:

$$Q_{\partial xj} = f(n_k, q_k, v_k, \theta, \omega). \quad (2)$$

Враховуючи те, що v_k , τ_i , θ , та ω є ймовірними величинами, то $Q_{\partial xj}$ також буде ймовірним. Це свідчить про те, що прогнозування кількісного значення $Q_{\partial xj}$ потребує використання статистичних методів.

Для прогнозування кількісного значення $Q_{\partial xj}$ використовується аналітично-експериментальний метод, який базується на статистичному моделюванні його виробництва. Це дає змогу кількісно обґрунтувати мінливий обсяг молока, що надходить на переробку не лише сумарно із усіх господарств на території громади, а і кількісно спрогнозувати мінливий обсяг молока, що надходить на переробку із кожного господарства. Це разом із територіальним розташуванням господарств впливає на витрати ресурсів для заготівлі молока та вартість отриманих молочних продуктів після переробки молока.

Особливістю прогнозування обсягу ($Q_{\partial xj}$) молока, що надходить на переробку у окрему добу, є те, що цей обсяг мінливий і залежить від періоду лактації корів, який триває від 265 до 435 діб (залежно від породи, віку та продуктивності корів тощо). Цей обсяг є зміщений відносно календарного року для окремих корів, а виробництво молока здійснюється впродовж цілого календарного року. Однак основний обсяг виробництва молока припадає на літні місяці, впродовж яких інтенсивно використовується технічне оснащення переробного цеху.

Сумарний обсяг (Q_o^k) виробництва молока у j -у добу становить:

$$Q_o^k = \sum_{j=1}^n Q_{\partial j}^k \cdot z_j \cdot \kappa. \quad (3)$$

де z_j – кількість доїнь корів впродовж доби; κ – коефіцієнт, який враховує частку молока-сировини, яке його господарства-виробники залишають на власні потреби; k – населений пункт територіальної громади.

Етап 4. Моделювання функціонування молочних цехів на території громади. Моделювання функціонування молочних цехів на території громади виконують на підставі реалізації окремих добових циклів їх функціонування, сумарна тривалість яких рівна тривалості календарного року ($t_y = 365$ діб). Для кожного з цих циклів визначають прогнозовані функціональні показники молочних цехів: добовий (Q_{nd}) обсяг переробленого молока; добову трудомісткість (Θ_{nd})

переробки молока; добовий обсяг (P_e) спожитої електроенергії; добовий обсяг (q_e) спожитої води.

Маючи кількісне значення інтенсивності (I_{dj}) заготівлі молока в j -ту добу календарного року та задавшись значенням добової продуктивності ($W_{уд}$) молочного цеху, визначають прогнозований обсяг (Q_{ndj}) молока, що надходить на переробку в молочний цех у j -ту добу календарного року, за формулою

$$Q_{ndj} = W_{уд} \cdot I_{dj}. \quad (4)$$

Добову трудомісткість (Θ_{nd}) переробки молока визначають за формулою

$$\Theta_{nd} = N_u \cdot t_{зм} \cdot n_{зм} \cdot \kappa_{вз}, \quad (5)$$

де N_u – кількість залучених виконавців, осіб; $t_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год; $n_{зм}$ – кількість змін роботи молочного цеху, од.; $\kappa_{вз}$ – коефіцієнт використання часу зміни.

Добовий обсяг споживання електроенергії (P_e) визначають за формулою

$$P_e = P_c \cdot t_{nj} \cdot k_{ej}, \quad (6)$$

де P_c – сумарна встановлена потужність споживачів електроенергії у молочному цеху, кВт; t_{nj} – тривалість роботи молочного цеху в j -ту добу календарного року, год; k_{ej} – коефіцієнт використання споживачів електроенергії у молочному цеху в j -ту добу календарного року.

Добовий обсяг споживання води (q_e) визначають за формулою

$$q_e = q_e^n \cdot \kappa_{вз}, \quad (7)$$

де q_e^n – питома витрата води, м³/добу.

Маючи кількісні значення прогнозованих добових функціональних показників молочних цехів на території громади, визначають їх сумарні річні значення.

Етап 4. Обґрунтування закономірностей зміни показників використання молочних цехів на території громад. На підставі отриманих кількісних значень прогнозованих сумарних річних показників функціонування молочних цехів будують їх залежності від зміни продуктивності цих цехів. Кореляційно-регресійний аналіз цих залежностей дає можливість обґрунтувати їх рівняння та коефіцієнти кореляції, що свідчить про вірогідність отриманих закономірностей зміни показників використання молочних цехів на території громад за різних їх параметрів та із врахуванням мінливих виробничих умов.

5. Результати дослідження впливу параметрів молочних цехів на показники їх використання із врахуванням мінливих виробничих умов

Дослідження функціонування молочних цехів на території громад здійснювали за вище представленими етапами (рис. 1). Насамперед виконали аналіз наявного на ринку обладнання та цехів для переробки молока, яке відповідає чинним вимогам ЄС до якості виробництва молочних продуктів. Виконаний аналіз цехів для переробки молока, які виготовляються у світі, свідчить про їх багатоваріантність. Цехи відрізняються як технологією переробки молока, так і видом отриманих молочних продуктів, їх пакуванням, використанням ручної праці, наявністю та плануванням виробничих і допоміжних приміщень, особливостями технологічних процесів та технічним оснащенням для їх виконання. За критеріями вартості та якості вибрано для подальших досліджень модульні міні-заводи, які виготовляються підприємством ЗАТ «КОЛАКС-М». Основною перевагою модульних молочних міні-заводів (цехів) «КОЛАКС» є те, що їх виробляють готовими «під ключ» комплексами для переробки молока. Окрім того, модульні міні-заводи для переробки молока виготовляються цим підприємством з широким діапазоном (від 0,5 до 20 т/добу) їх продуктивності.

Модульний молочний мінізавод «КОЛАКС» вміщує комплект обладнання для зберігання і переробки молока, які змонтовані в єдину лінію. Кожен мінізавод обладнаний системами холодного та гарячого водопостачання, електроживлення, а також каналізацією, опаленням, вентиляцією, кондиціонуванням. У молочних міні-заводах «КОЛАКС» виконуються наступні операції:

- приймання, очищення, охолодження та зберігання молока;
- розлив і фасування молока у будь-які пакети (поліетилен або Пюр-Пак);
- отримання будь-яких молочних та кисломолочних продуктів;
- відновлення сухого молока;
- зберігання готової продукції у холодильних камерах цехів;
- забезпечення побутових умов для персоналу.

Характеристики молочних продуктів, що виробляються модульними молочними міні-заводами (цехами) «КОЛАКС», залежно від їх продуктивності, наведено у табл. 2.

Аналіз виробничих умов переробки молока здійснювали для умов територіальних громад Бродівського району Львівської області (Україна). Використовуючи вище описану методику виконували прогнозування добового обсягу надходження молока на переробку від господарств громад впродовж календарного року. Для кожної із 27 громад зазначеного адміністративного району використано дані щодо обсягів надходження молока на переробку впродовж окремих діб календарного року, які представлено у роботі [16].

На підставі отриманих даних щодо добових обсягів надходження молока на переробку від окремих територіальних громад (табл. 3) впродовж календарного року та вище поданої методики здійснено прогнозування обсягів переробки молока впродовж календарного року за різної продуктивності молочних цехів. Результати цього прогнозування подано на рис. 2.

На підставі отриманих результатів прогнозування тенденцій зміни добових обсягів переробки молока впродовж календарного року видно що, зазначені об-

сяги є мінливими. Встановлено, що існує два періоди надходження молока на переробку – інтенсивний (з 119 по 301 доби календарного року) та неінтенсивний (з 1 по 118 та з 302 по 365 добу календарного року). Під час інтенсивного періоду надходження молока на переробку слід організувати роботу цехів у дві зміни, а під час неінтенсивного періоду надходження молока – одну зміну.

Таблиця 2

Характеристики молочних продуктів, що виробляються модульними молочними міні-заводами (цехами) «КОЛАКС»

Вид молочного продукту	Продуктивність молочного цеху, т/добу					
	0.5	1	3	5	10	20
Молоко пастеризоване (3,7%)	0.265	0.431	1.294	2.157	5.914	12.628
Сметана або вершки (20%)	0.035	0.069	0.136	0.243	0.4	1
Напій кисломолочн. кефірний (2,5%)	0.1	0.2	0.5	1	1.8	3
Сир (9%)	–	0.03	0.076	0.153	0.153	0.307
Масло вершкове «Селянське»	–	–	0.019	0.027	0.078	0.101
Сир м'який Адигейський	0.01	0.01	0.05	0.05	0.06	0.1
Сироватка	0.09	0.26	0.874	1.297	1.387	2.594
Пахта	–	–	0.051	0.073	0.208	0.27

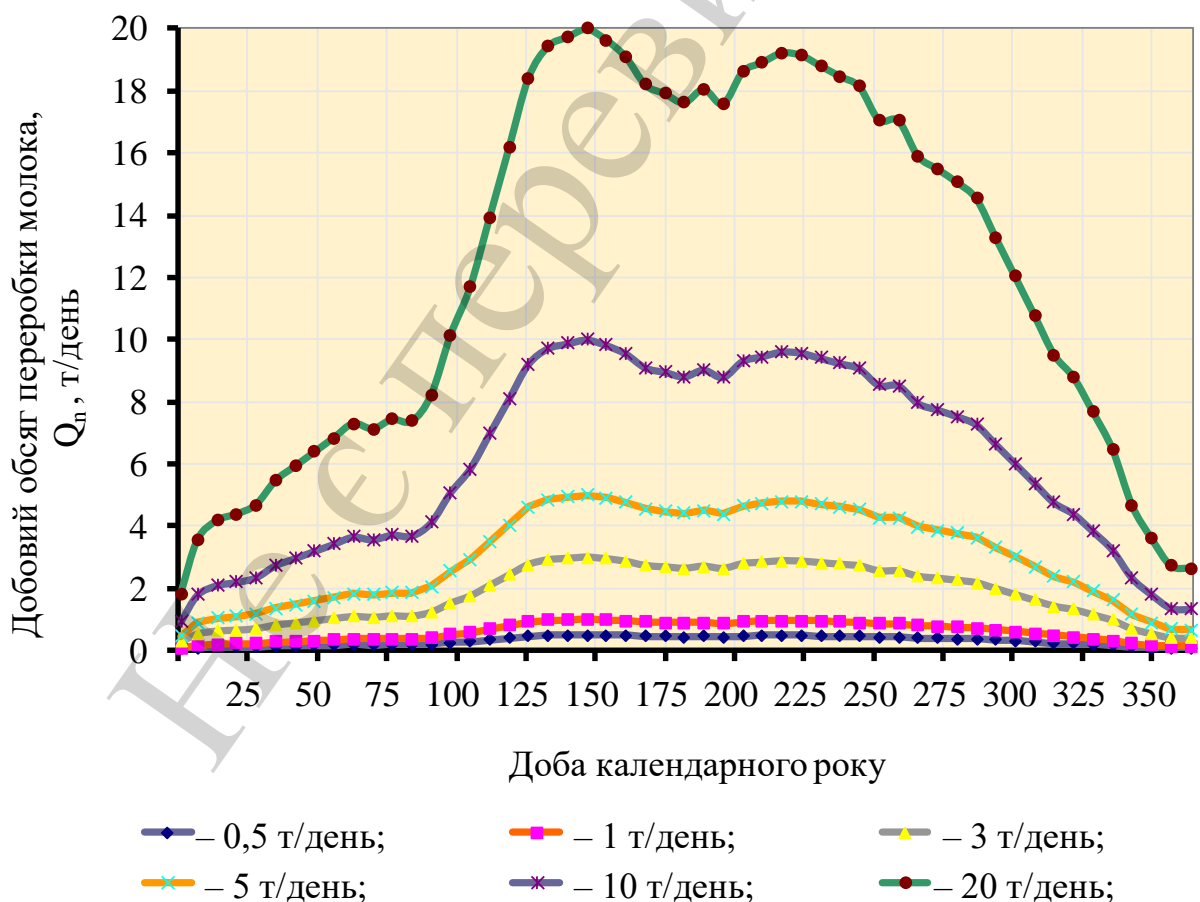


Рис. 2. Прогнозовані тенденції зміни обсягів переробки молока впродовж календарного року за заданої продуктивності молочних цехів

Для кожного із періодів календарного року обґрунтовано розподіли добового обсягу виробництва молока на території окремих громад. Встановлено, що розподіли добового обсягу виробництва молока описуються законами розподілу Вейбулла (рис. 3, 4), а їх відповідні статистичні характеристики подано в табл. 4.

Головні статистичні характеристики розподілів прогнозованого добового обсягу виробництва молока на території окремих громад Бродівського району Львівської області впродовж інтенсивного (рис. 3) та неінтенсивного (рис. 4) періодів надходження його на переробку відповідно становлять: коефіцієнт варіації – 0,65 та 0,62; параметр форми – 1,56 та 1,64. При цьому, довірчий інтервал знаходиться в межах 509...6995 та 46...634 л.

Таблиця 4

Статистичні характеристики розподілів прогнозованого добового обсягу виробництва молока на території окремих громад у окремі періоди надходження його на переробку

Показник	Рівняння	Статистичні характеристики	
		$\bar{M}[Q_i]$	$\bar{\sigma}[Q_i]$
Інтенсивний період надходження молока на переробку, л	$f(Q_i) = 1 \cdot 10^{-3} \left(\frac{Q_i - 509}{2457} \right)^{0,568} \times e$	2716	266
Неінтенсивний період надходження молока на переробку, л	$f(Q_n) = 7 \cdot 10^{-3} \left(\frac{Q_n - 46}{246} \right)^{0,648} \times e$	1429	136

Примітка: $\bar{M}[Q_i]$, $\bar{\sigma}[Q_i]$ – відповідно математичне очікування та середньоквадратичне відхилення прогнозованого добового обсягу виробництва молока на території окремих громад в i -й період, л; 509, 46 – відповідно мінімальне значення прогнозованого добового обсягу виробництва молока на території окремих громад для інтенсивного та неінтенсивного періодів; 2457, 246 – відповідно параметр мірила для інтенсивного та неінтенсивного періодів

Перевірку адекватності отриманих розподілів проводили за критерієм X^2 –Пірсона. Порівнювали його розрахункові значення X^2 із табличними $(X^*)^2$ для розподілів прогнозованого добового обсягу виробництва молока на території окремих громад у інтенсивний та неінтенсивний період його надходження на переробку. Відповідно ці значення становлять $(X^2 = 0,71) < ((X^*)^2 = 4,6)$ та $(X^2 = 0,89) < ((X^*)^2 = 3,2)$. Отже, теоретичні криві розподілів Вейбулла адекватно відображають емпіричні дані прогнозованого добового обсягу виробництва молока на території окремих громад у інтенсивний та неінтенсивний період його надходження на переробку.

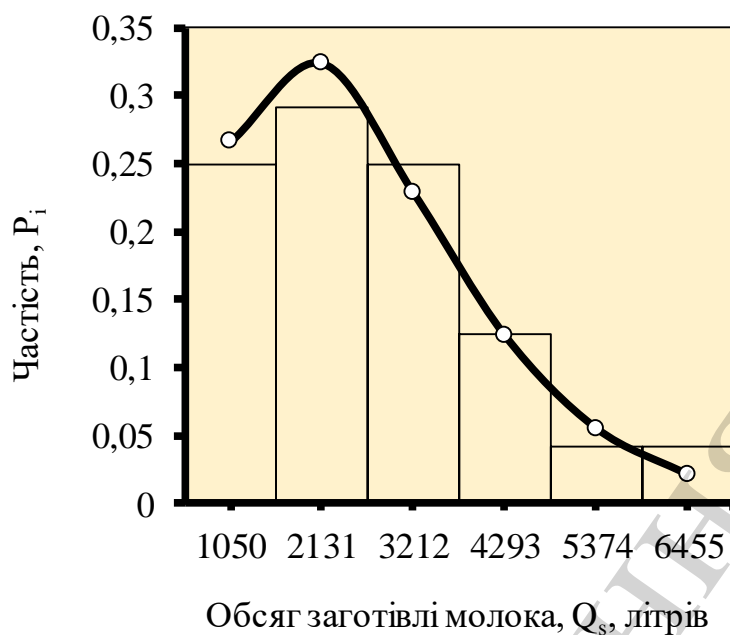


Рис. 3. Розподіл прогнозованого добового обсягу виробництва молока на території окремих громад в інтенсивний період надходження його на переробку

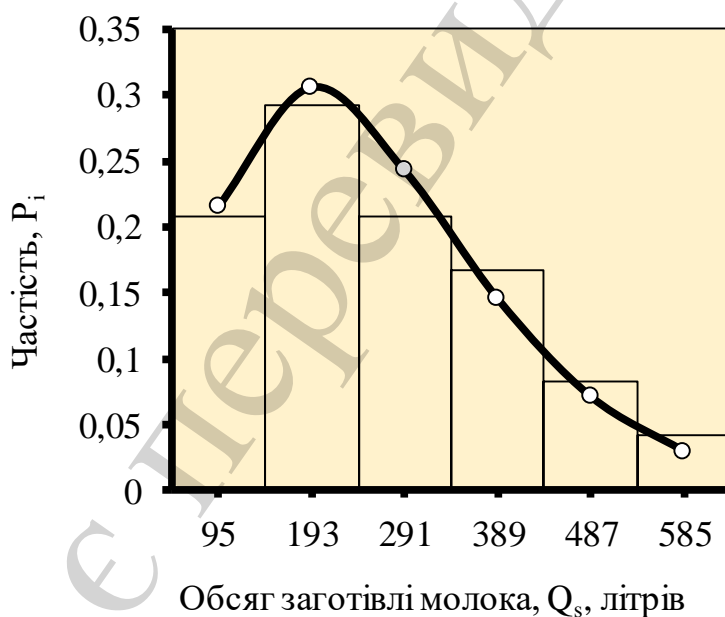


Рис. 4. Розподіл прогнозованого добового обсягу виробництва молока на території окремих громад в неінтенсивний період надходження його на переробку

На підставі характеристик модульних молочних міні-заводів (цехів) «КО-ЛАКС» та прогнозованих добових обсягів виробництва молока на території окремих громад здійснено чисельне моделювання роботи зазначених цехів із використанням пакету MS Excel. Це дало можливість отримати функціональні показники використання модульних молочних цехів (табл. 3).

Таблиця 3

Функціональні показники використання модульних молочних цехів

Характеристики	Продуктивність молочного цеху, т/добу					
	0.5	1	3	5	10	20
Питоме споживання електроенергії (P_e), кВт/т переробленого молока:						
варіант 1	64,0	48,0	17,3	11,4	13,9	7,8
варіант 2	112,0	64,0	27,6	21	24,6	16,2
варіант 3	114,0	85,0	54,3	44,4	43,9	31,9
Питоме споживання (q_v) води, м ³ /т переробленого молока:						
варіант 1	6,0	4,0	1,3	0,8	0,4	0,3
варіант 2	6,0	4,0	1,5	1,0	0,6	0,45
варіант 3	10,0	6,0	2,1	1,4	0,8	1,0
Питома потреба (N_u) у людській праці, осіб/т переробленого молока	2,0	1,0	0,66	0,6	0,5	0,3

Примітка: варіант 1 – виробництво пастеризованого молока, варіант 2 – виробництво пастеризованого молока та сметани, варіант 3 – виробництво пастеризованого молока, сметани, напою кисломолочного кефірного, сиру та масла.

На підставі опрацювання отриманих даних, що представлені у табл. 3, побудовано залежності функціональних показників використання модульних молочних цехів від їх продуктивності (рис. 5–7).

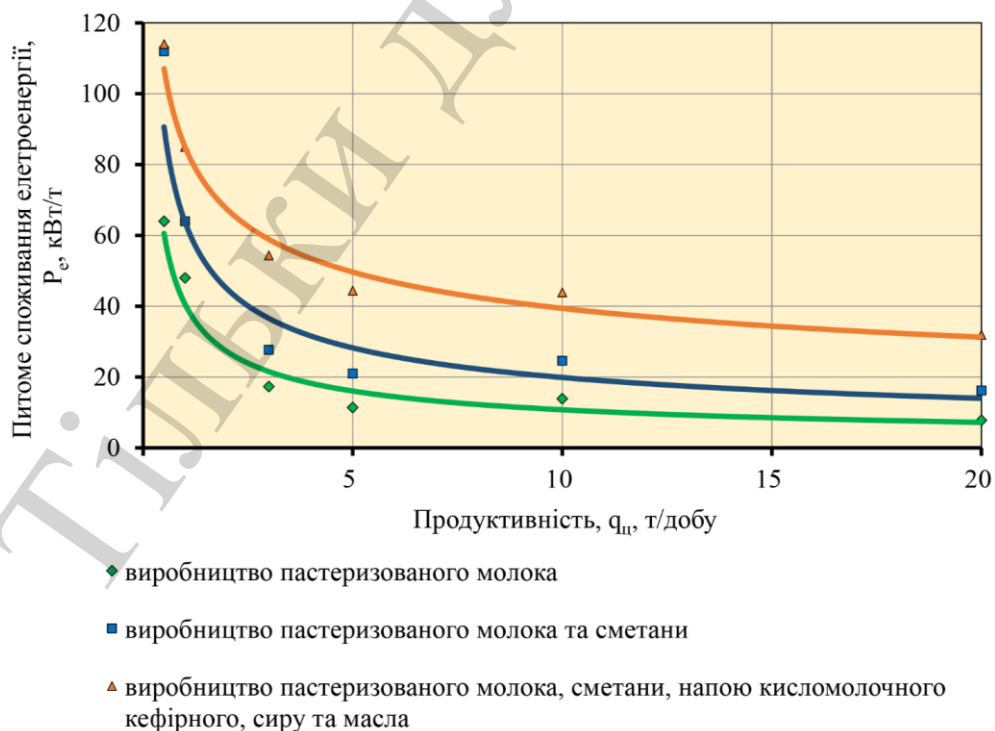


Рис. 5. Залежності питомого споживання (P_e) електроенергії від продуктивності ($q_{ц}$) молочного цеху

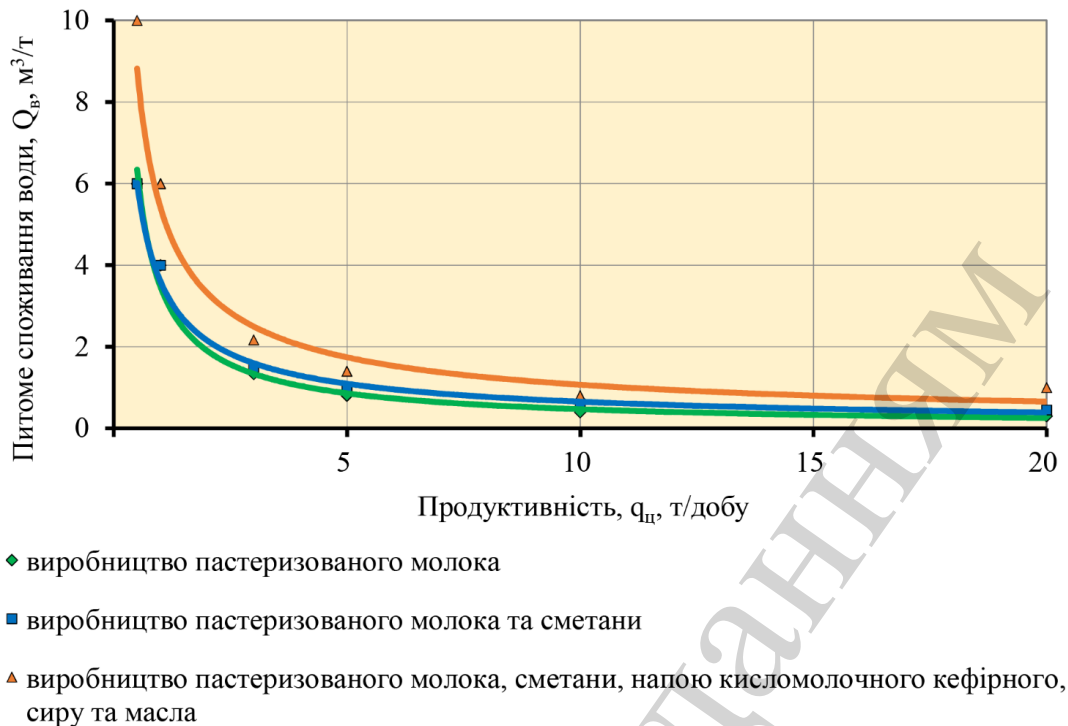


Рис. 6. Залежності питомого споживання (q_w) води від продуктивності (q_c) молочного цеху

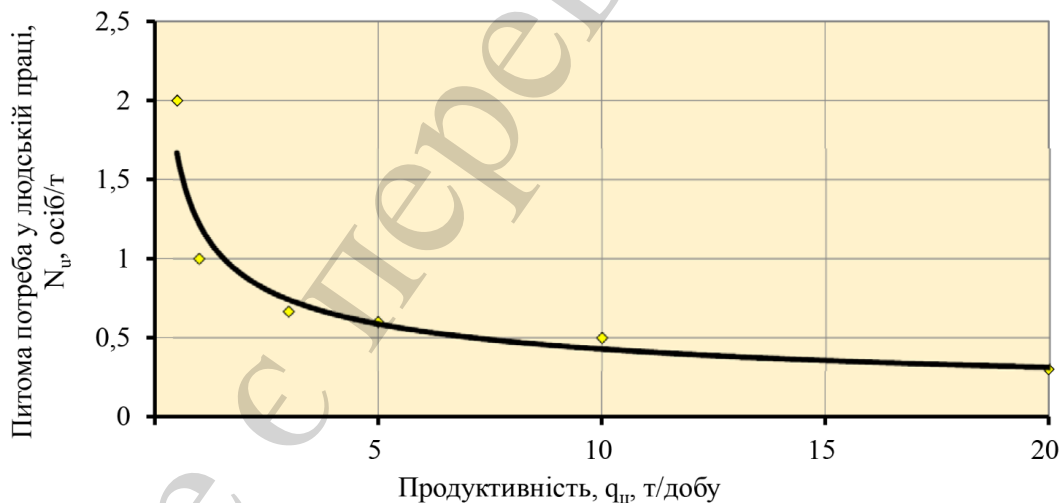


Рис. 7. Залежність питомої потреби (N_u) у людській праці від продуктивності (q_c) молочного цеху

Апроксимацію отриманих функціональних показників використання модульних молочних цехів (табл. 3) проводили використанням пакету MS Excel. Це дало можливість встановити тенденції зміни питомого споживання електроенергії (P_e) (кВт/т переробленого молока) від продуктивності (q_c) молочного цеху за виробництва різних видів молочних продуктів (рис. 5). Вони описуються степеневими лініями трендів, що відповідно мають рівняння:

– виробництво пастеризованого молока

$$P_e = 40.588 q_u^{-0.576}, r = 0.92; \quad (8)$$

– виробництво пастеризованого молока та сметани

$$P_e = 63.787 q_u^{-0.506}, r = 0.89; \quad (9)$$

- виробництво пастеризованого молока, сметани, напою кисломолочного кефірного, сиру та масла

$$P_e = 84.965 q_u^{-0.968}, r = 0.96. \quad (10)$$

Тенденції зміни питомого споживанням води (q_6) від продуктивності (q_u) молочного цеху за виробництва різних видів молочних продуктів (рис. 6) описуються степеневими лініями трендів, що відповідно мають рівняння:

– виробництво пастеризованого молока

$$q_6 = 3.473 q_u^{-0.868}, r = 0.99; \quad (11)$$

– виробництво пастеризованого молока та сметани

$$q_6 = 3.601 q_u^{-0.74}, r = 0.99; \quad (12)$$

– виробництво пастеризованого молока, сметани, напою кисломолочного кефірного, сиру та масла

$$q_6 = 5.412 q_u^{-0.704}, r = 0.93. \quad (13)$$

Тенденції зміни питомої потреби (N_u) у людській праці від продуктивності (q_u) молочного цеху для усіх варіантів виробництва молочних продуктів (рис. 7) описуються степеневими лініями трендів, що відповідно мають рівнянням:

$$N_u = 1.2198 q_u^{-0.453}, r = 0.94. \quad (14)$$

Отримані залежності свідчать про те, що зі зростанням продуктивності (q_u) молочних цехів від 0,5 до 20 т/добу пропорційно знижується питоме споживання електроенергії (рис. 5) від 116 до 10 кВт/тону переробленого молока, питоме споживання води (рис. 6) від 10 до 0,3 м³/тону переробленого молока та питома потреба (N_u) у людській праці (рис. 7) від 0 до 0,3 осіб/тону переробленого молока за виробництва різних видів молочних продуктів. Кореляційне відношення між зазначеними залежностями знаходиться в межах становить 0,89...0,99, що свідчить про сильний зв'язок між ними.

6. Обговорення результатів досліджень впливу виробничих умов на характеристики об'єктів конфігурації проектів

Основним науковим результатом є встановлений вплив параметрів громадських молочних цехів на показники їх використання із врахуванням мінливих виробничих умов. Дослідження мінливих виробничих умов переробки молока на території громад дали можливість встановити наявність та тривалість двох періодів виробництва молочних продуктів. Ці періоди лежать в основі визначення режимів використання переробних цехів. Експериментально досліджені тенденції зміни обсягів виробництва молока окремими громадами (рис. 3, 4) є початковими даними для чисельного моделювання роботи переробних цехів на території громад, яке забезпечує встановлення тенденцій зміни показників їх використання за різних параметрів зазначених цехів.

Виконане моделювання роботи переробних цехів на території громад дало можливість визначити показники використання переробних цехів (рис. 5–7). Встановлено, що зі зростанням продуктивності (q_u) молочних цехів від 0,5 до 20 т/добу пропорційно знижується питома споживання електроенергії (рис. 5) від 116 до 10 кВт/тону, питома споживання води (рис. 6) від 10 до 0,3 м³/тону та питома потреба (N_u) у людській праці (рис. 7) від 0 до 0,3 осіб/тону за виробництва різних видів молочних продуктів. Кореляційне відношення між зазначеними залежностями знаходиться в межах становить 0,89...0,99, що свідчить про сильний зв'язок між ними.

Отримані тенденції зміни показників функціонування молочних цехів на території громад (рис. 2–7) лежать в основі обґрунтування оптимальних режимів використання переробних цехів. Встановлені тривалості періодів надходження молока на переробку, які представлені на рис. 2, дали можливість визначити тривалості одно та двохзмінної організації виконання робіт у переробному цеху впродовж календарного року. Встановлено, що існує два періоди переробки молока, з яких інтенсивний триває з 119 по 301 доби календарного року, а неінтенсивний має два півперіоди – з 1 по 118 та з 302 по 365 добу календарного року. У інтенсивний період переробки молока слід організувати роботу цехів у дві зміни, а у неінтенсивний – в одну. Отримані результати досліджень є основою для визначення вартісних показників використання молочних цехів на території громад. Окрім того, отримані залежності лежать в основі планування витрат ресурсів під час функціонування молочних цехів на території громад.

Обґрунтовані етапи та особливості прогнозування функціональних показників молочних цехів на території громад лежать в основі встановлення тенденцій зміни зазначених показників за різних параметрів молочних цехів. Запропонований підхід до прогнозування функціональних показників молочних цехів на території громад усуває недоліки існуючих завдяки врахуванню мінливих виробничих умов функціонування молочних цехів на території громад та використанню чисельного моделювання роботи зазначених цехів. Отримані результати лежать в основі розроблення системи підтримки прийняття рішень щодо планування конфігурації молочних цехів на території громад. При цьому отримані статистичні дані громад щодо виробництва молока та характеристики молочних цехів формують базу даних зазначених систем підтримки прийняття рішень. Водночас, встановлені тенденції зміни показників використання переробних цехів у заданих виробни-

чих умовах забезпечують формування бази знань у системі підтримки прийняття рішень щодо планування конфігурації молочних цехів на території громад.

До основних недоліків запропонованого підходу та виконаних досліджень слід віднести те, що запропонований підхід базується на проведенні специфічних експериментів для визначення характеристик виробничих умов, а також потребує чисельного моделювання. Якісне чисельне моделювання потребує створення системи підтримки прийняття рішень щодо планування конфігурації молочних цехів на території громад.

Запропонований підхід та етапи проведення дослідження лежать в основі системи підтримки прийняття рішень щодо планування конфігурації молочних цехів на території громад, якою забезпечуватиметься чисельне моделювання роботи переробних цехів на території громад. Це значно пришвидшить процес прийняття управлінських рішень щодо визначення показників використання молочних цехів у заданих виробничих умовах, а також підвищить їх точність.

Проведені дослідження є корисними для проектних менеджерів, які займаються реалізацією проектів створення молочних цехів на території громад, а також для керівництва громад, що планують організувати власне виробництво молочних продуктів.

7. Висновки

1. Обґрунтовані етапи та особливості прогнозування функціональних показників молочних цехів на території громад передбачають виконання п'яти кроків. Вони передбачають моделювання функціонування молочних цехів із врахування мінливих виробничих умов, що забезпечує встановлення тенденцій зміни показників використання молочних цехів на території громад за різних їх параметрів та із врахуванням мінливих виробничих умов. Також вони забезпечують формування бази знань для системи підтримки прийняття управлінських рішень планування конфігурації зазначених молочних цехів.

2. Встановлено, що зі зростанням продуктивності (q_u) молочних цехів від 0,5 до 20 т/добу пропорційно знижується питоме споживання електроенергії від 116 до 10 кВт/тону переробленого молока, питоме споживання води від 10 до 0,3 м³/тону переробленого молока та питома потреба (N_u) у людській праці від 0 до 0,3 осіб/тону переробленого молока за виробництва різних видів молочних продуктів. Кореляційне відношення між зазначеними залежностями знаходиться в межах становить 0,89...0,99, що свідчить про сильний зв'язок між ними. Досліджені мінливі виробничі умови та характеристики наявних на ринку модульних цехів для переробки молока. Визначені тенденції зміни показників їх використання на території громад із врахуванням мінливих виробничих умов лежать в основі визначення вартісних показників використання цих цехів та планування витрат ресурсів у проектах створення цехів виробництва молочних продуктів на території громад.

Література

1. Tryhuba, A., Boyarchuk, V., Tryhuba, I., Boyarchuk, O., Ftoma, O. (2019). Evaluation of Risk Value of Investors of Projects for the Creation of Crop Protection of

Family Dairy Farms. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67 (5), 1357–1367. doi: <https://doi.org/10.11118/actaun201967051357>

2. Aleksejevs, R., Guseinovs, R., Medvedev, A. N., Guseynov, S. E. (2016). Groupage Cargo Transportation Model. *Transport and Telecommunication Journal*, 17 (1), 60–72. doi: <https://doi.org/10.1515/ttj-2016-0007>

3. Liotta, G., Stecca, G., Kaihara, T. (2015). Optimisation of freight flows and sourcing in sustainable production and transportation networks. *International Journal of Production Economics*, 164, 351–365. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.12.016>

4. Petraška, A., Čižiūnienė, K., Prentkovskis, O., Jarašūnienė, A. (2018). Methodology of Selection of Heavy and Oversized Freight Transportation System. *Transport and Telecommunication Journal*, 19 (1), 45–58. doi: <https://doi.org/10.2478/ttj-2018-0005>

5. Bazaras, D., Batarlienė, N., Palšaitis, R., Petraška, A. (2013). Optimal road route selection criteria system for oversize goods transportation. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 8 (1), 19–24. doi: <https://doi.org/10.3846/bjrbe.2013.03>

6. Bula, G. A., Prodhon, C., Gonzalez, F. A., Afsar, H. M., Velasco, N. (2017). Variable neighborhood search to solve the vehicle routing problem for hazardous materials transportation. *Journal of Hazardous Materials*, 324, 472–480. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.11.015>

7. Doumiati, M., Erhart, S., Martinez, J., Senname, O., Dugard, L. (2014). Adaptive control scheme for road profile estimation: application to vehicle dynamics. *IFAC Proceedings Volumes*, 47 (3), 8445–8450. doi: <https://doi.org/10.3182/20140824-6-za-1003.00986>

8. Gardziejczyk, W., Zabicki, P. (2017). Normalization and variant assessment methods in selection of road alignment variants – case study. *Journal of civil engineering and management*, 23 (4), 510–523. doi: <https://doi.org/10.3846/13923730.2016.1210223>

9. Tryhuba, A., Ftoma, O., Tryhuba, I., Boyarchuk, O. (2019). Method of quantitative evaluation of the risk of benefits for investors of fodder-producing cooperatives. 14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), 55–58.

10. Ratushny, R., Tryhuba, A., Bashynsky, O., Ptashnyk, V. (2019). Development and Usage of a Computer Model of Evaluating the Scenarios of Projects for the Creation of Fire Fighting Systems of Rural Communities. 2019 XIth International Scientific and Practical Conference on Electronics and Information Technologies (ELIT). doi: <https://doi.org/10.1109/elit.2019.8892320>

11. Andrés, L., Padilla, E. (2015). Energy intensity in road freight transport of heavy goods vehicles in Spain. *Energy Policy*, 85, 309–321. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.06.018>

12. Ratushnyi, R., Khmel, P., Tryhuba, A., Martyn, E., Prydatko, O. (2019). Substantiating the effectiveness of projects for the construction of dual systems of fire suppression. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (3 (100)), 46–53. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.175275>

13. Tryhuba, A., Pavlikha, N., Rudynets, M., Tryhuba, I., Grabovets, V., Skalyga, M. et. al. (2019). Studying the influence of production conditions on the content of operations in logistic systems of milk collection. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (99)), 50–63. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.171052>
14. Benekos, I., Diamantidis, D. (2017). On risk assessment and risk acceptance of dangerous goods transportation through road tunnels in Greece. *Safety Science*, 91, 1–10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.07.013>
15. Newnam, S., Goode, N., Salmon, P., Stevenson, M. (2017). Reforming the road freight transportation system using systems thinking: An investigation of Coronial inquests in Australia. *Accident Analysis & Prevention*, 101, 28–36. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.01.016>
16. Tryhuba, A., Zachko, O., Grabovets, V., Berladyn, O., Pavlova, I., Rudynets, M. (2018). Examining the effect of production conditions at territorial logistic systems of milk harvesting on the parameters of a fleet of specialized road tanks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (3 (95)), 59–70. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.142227>
17. Park, S.-W. (2004). Modeling of deformational characteristics in unbound granular geomaterials. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 8 (3), 281–285. doi: <https://doi.org/10.1007/bf02836010>
18. Pauer, G. (2017). Development Potentials and Strategic Objectives of Intelligent Transport Systems Improving Road Safety. *Transport and Telecommunication Journal*, 18 (1), 15–24. doi: <https://doi.org/10.1515/ttj-2017-0002>
19. Petraška, A., Čižiūnienė, K., Jarašūnienė, A., Maruschak, P., Prentkovskis, O. (2017). Algorithm for the assessment of heavyweight and oversize cargo transportation routes. *Journal of Business Economics and Management*, 18 (6), 1098–1114. doi: <https://doi.org/10.3846/16111699.2017.1334229>
20. Tryhuba, A., Bashynsky, O. (2019). Coordination of dairy workshops projects on the community territory and their project environment. *14th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, 51–54.
21. Bartuška, L., Biba, V., Jeřábek, K. (2016). Verification of Methodical Procedure for Determining the Traffic Volumes Using Short-term Traffic Surveys. *Procedia Engineering*, 161, 275–281. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.08.553>
22. Maitah, M., Hodrab, R., Malec, K., Shanab, S. A. (2015). Exploring the Determinants of Consumer Behavior in West Bank, Towards Domestic and Imported Dairy Products. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63 (1), 355–368. doi: <https://doi.org/10.11118/actaun201563010355>
23. Barłowska, J., Litwińczuk, Z., Kowal, M. (2014). Influence of Production Season and Lactation Stage on the Technological Suitability of Milk from Cows of Various Breeds Fed in the TMR System. *Annals of Animal Science*, 14 (3), 649–661. doi: <https://doi.org/10.2478/aoas-2014-0039>
24. Bandyopadhyay, P., Khamrui, K. (2007). Technological advancement on traditional indian desiccated and heat-acid coagulated dairy products. *Australian Journal of Dairy Technology*, 62 (2), 4–10.