

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет комп'ютерних систем і автоматики
(повне найменування інституту)
Кафедра метрології та промислової автоматики
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітній ступень)

на тему Методи вимірювального контролю продуктивності доїльних установок

Виконав: студент 2 курсу, групи ІЯП-18м
спеціальності 152 – Метрологія та
інформаційно-вимірювальна техніка
(освітня програма: інженерія якості
продукції)

(шифр і назва спеціальності)

Король Т.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник Маньковська В.С.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Тужанський С.Є.

(прізвище та ініціали)

Вінниця - 2019 року

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет комп'ютерних систем і автоматики

Кафедра метрології та промислової автоматики

Освітній ступень магістр

Спеціальність 152 – Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка

(освітня програма: інженерія якості продукції)

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МПА

д.т.н., проф. Кучерук В.Ю.

“03” вересня 2019 року

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Королю Тарасу Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи вимірювального контролю продуктивності доїльних установок

керівник роботи Маньковська Вікторія Сергіївна, к.т.н., доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “02” жовтня 2019 року № 254

2. Строк подання студентом роботи 09.12.2019 р.

3. Вихідні дані до роботи метод статистичного оцінювання продуктивності процесу машинного доїння; метод статистичного оцінювання продуктивності роботи стійлової доїльної установки; метод статистичного оцінювання продуктивності роботи групових доїльних установок

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Особливості функціонування технологічного процесу виробництва коров'ячого молока; параметри технологічного процесу виробництва коров'ячого молока та особливості методів і засобів їх контролю; методи вимірювального контролю продуктивності доїльних установок; достовірність вимірювального контролю тривалості роботи доїльних установок та доярів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Лістинг програми розрахунку помилок першого і другого роду у пакеті прикладних програм Maple 17

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Маньковська В.С., доцент кафедри МПА	02.09.19	18.09.19
2	Маньковська В.С., доцент кафедри МПА	19.09.19	15.10.19
3	Маньковська В.С. доцент кафедри МПА	16.10.19	30.11.19
4	Ратушняк О.Г., доцент кафедри ЕПВМ	01.12.19	04.12.19

7. Дата видачі завдання 02.09.2019

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Стан проблеми та задачі досліджень	02.09.2019 18.09.2019	виконано
2	Методи вимірювального контролю продуктивності доїльних установок	19.09.2019 15.10.2019	виконано
3	Достовірність вимірювального контролю тривалості роботи доїльних установок та доярів	16.10.2019 30.11.2019	виконано
4	Економічна частина	01.12.2019 04.12.2019	виконано

Студент

(підпис)

Король Т.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Маньковська В.С.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	5
REFERAT.....	6
ВСТУП.....	7
1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	12
1.1 Особливості функціонування ТПВКМ.....	12
1.2 Параметри ТПВКМ та особливості методів і засобів їх контролю.....	14
1.3 Висновок до розділу.....	18
2 МЕТОДИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ПРОДУКТИВНОСТІ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК.....	19
2.1 Метод статистичного оцінювання продуктивності процесу машинного доїння.....	19
2.2 Метод статистичного оцінювання продуктивності роботи стійлової доїльної установки.....	33
2.3 Метод статистичного оцінювання продуктивності роботи групових доїльних установок.....	44
2.4 Висновки до розділу.....	49
3 ДОСТОВІРНІСТЬ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ТРИВАЛОСТІ РОБОТИ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК ТА ДОЯРІВ.....	50
3.1 Достовірність вимірювального контролю	51
3.2 Висновки до розділу	58
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	59
4.1 Оцінювання економічного потенціалу розробки.....	59
4.2 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи (НДР).....	62
4.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки.....	67

4.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності.....	69
4.5 Висновки до економічного розділу.....	71
ВИСНОВКИ.....	72
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	73
ДОДАТКИ.....	79
Додаток А (обов'язковий). Методи вимірювального контролю продуктивності доїльних установок. Технічне завдання.....	80
Додаток Б (обов'язковий). Лістинг програми розрахунку помилок першого і другого роду у пакеті прикладних програм Maple 17.....	83

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню методів вимірювального контролю продуктивності доїльних установок.

Було розглянуто стан проблеми, особливості функціонування технологічного процесу виробництва коров'ячого молока, розглянуто параметри технологічного процесу виробництва коров'ячого молока та особливості методів і засобів їх контролю, удосконалено методи вимірювального контролю продуктивності доїльних установок.

REFERAT

Master's qualification work is devoted to the improvement of methods of measuring control of productivity of milking machines.

The problem state, peculiarities of the cow's milk production process were considered, the parameters of the cow's milk production process and the methods and methods of their control were considered, methods of measuring control of milking machines productivity were improved.

ВСТУП

Молочне тваринництво є однією з найбільш складних та трудомістких галузей сільськогосподарського виробництва. Його основу складає комплекс взаємозв'язаних процесів та операцій, які утворюють системи і технології утримання тварин та виробництва сирого молока. У теперішній час, на більшості молочних ферм України та інших країн, рівень механізації та автоматизації в середньому не перевищує 60-65 %, що значно збільшує собівартість сирого молока. При сучасному стані виробництва молока, в умовах незадовільно розвинутої автоматизації, ступінь підвищення продуктивності праці в одиницях виробленої продукції, при використанні традиційних технологій утримання, годівлі, обліку та доїння, досягнув свого максимального значення. Внаслідок недостатнього рівню цих технологій, потенційні можливості тварин за продуктивністю використовуються на 60-70 %. Такі низькі показники зумовлені широким застосуванням застарілого прив'язного утримання тварин, недостатнім рівнем організації та технічного забезпечення тваринницьких ферм. Як свідчить закордонний досвід, для впровадження системної автоматизації, централізації управління тваринницькою фермою, необхідна зміна організаційно-технічних та технологічних форм управління та підходів до проектування технологічного обладнання. Виходячи з цього, перехід молочного господарства на більш ефективну технологічну основу є важливою та невідкладною проблемою.

Технологічний процес виробництва коров'ячого молока (ТПВКМ) являє собою біотехнічну систему, до якої входять машини, технології, групи тварин та колективи операторів, організація і управління технологічними процесами. Отримання молока здійснюється у доїльно-молочному відділенні тваринницької ферми, на частку цього процесу припадає до 70 % затрат людської праці. Найважливішою складовою технологічного процесу отримання молока є біотехнічна система, до складу якої входить людина, машина, тварина – біотехнічна система «людина-тварина-машина».

Важливою складовою процесу підвищення інтенсифікації та ефективності виробництва молока є удосконалення та впровадження інформаційно-вимірювальних технологій. У багатьох випадках впровадження сучасних наукоємних інформаційно-вимірювальних систем (ІВС) контролю параметрів ТПВКМ (ІВС КІТПВКМ) є найважливішим фактором, який забезпечує високі економічні показники підприємства.

Вищевказані системи мають прив'язку до типу доїльного обладнання, тому як воно є основним елементом технології виробництва молока, більшість вимірювальної інформації про показники технологічного процесу виробництва молока отримуються саме тут. При використанні таких систем забезпечується отримання оперативної інформації про тварин, швидкий доступ до історії тварини, збільшення удою завдяки доклінічному діагностуванню хвороб, зменшення витрат на ветеринарні препарати, виявлення порушень у технології виробництва молока та відтворення стада, зменшення кількості ялових тварин, підвищення ефективності харчування, підвищення продуктивності та культури праці. Особливо важливе значення для забезпечення ефективності функціонування доїльно-молочного відділення тваринницької ферми мають засоби вимірювального контролю параметрів ТПВКМ. Практично усі параметри ТПВКМ повинні контролюватися, на основі результатів їх вимірювального контролю робиться висновок про відхилення стану складових елементів ТПВКМ від норми, виявляються факти неякісної роботи доярів, встановлюється невідповідність стада або окремих тварин зоотехнічним вимогам, виявляються недоліки у роботі доїльного обладнання, здійснюється оцінювання ефективності роботи доїльно-молочного відділення ферми.

Таким чином, основним завданням засобів вимірювального контролю параметрів ТПВКМ є підвищення рентабельності тваринницького комплексу в цілому, зниження витрат на утримання тварин, підвищення ефективності їх експлуатації. Виходячи з цього, подальший розвиток теорії і практики розробки та впровадження засобів вимірювального контролю параметрів

ТПВКМ, з метою покращення їх характеристик, є важливим та актуальним завданням.

Актуальність теми. Важливою особливістю ТПВКМ є те, що результати вимірювального контролю параметрів його складових елементів характеризують не тільки їх стан, а також стан інших складових елементів та ефективність ТПВКМ в цілому. Практично усі параметри ТПВКМ взаємокорельовані, але критеріальне оцінювання стану ТПВКМ на основі результатів вимірювального контролю його параметрів за допомогою методів теорії ймовірності являє собою надзвичайно складне завдання, яке не вирішено. Внаслідок цього, в багатьох випадках не вдається вчасно виявити відхилення стану складових елементів ТПВКМ від норми, прийняти міри для його нормалізації. Існуючі методи оцінювання продуктивності доїльних установок та вимірювального контролю продуктивності їх роботи базуються на використанні фіксованих часових нормативів проведення технологічних операцій, та не враховують тип доїльного апарата і специфічні особливості процесу підготовки тварини до доїння при різних варіантах ідентифікації тварин. Внаслідок цього, достовірність вимірювального контролю продуктивності роботи доїльних установок та окремих доярів, що їх обслуговують, в більшості випадків недостатня для адекватного оцінювання якості стада та ефективності роботи доярів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська кваліфікаційна робота виконана відповідно з поточним та перспективним планом наукової роботи Вінницького національного технічного університету по тематиці подальшого розвитку методів та засобів вимірювального контролю, інформаційних технологій та вимірювальних систем. Теоретичні та експериментальні дослідження, результати яких отримані у роботі, виконувалися на кафедрі «Метрологія та промислова автоматика» Вінницького національного технічного університету. Дослідження проводилися також відповідно з кафедральною науково-дослідною роботою кафедри «Метрологія та промислова

автоматика» Вінницького національного технічного університету № 42К1 «Інформаційно-вимірювальні системи зоотехнічних та технологічних параметрів доїльно-молочних відділень тваринницьких ферм».

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є підвищення достовірності вимірювального контролю параметрів ТПВКМ за рахунок розробки нових та удосконалення існуючих методів та засобів вимірювального контролю. Необхідно удосконалити методи оцінювання та вимірювального контролю продуктивності роботи основних типів доїльних установок при використанні різних типів доїльних апаратів та різних способів ідентифікації тварин, який забезпечує більш високу достовірність вимірювального контролю у порівнянні з існуючими, та може бути використаний для оцінювання та вимірювального контролю продуктивності роботи окремих доярів.

Методи дослідження. Теоретичне дослідження процесу роботи з твариною та процесу функціонування різних типів доїльних установок здійснювалося за допомогою методів теорії імовірності. Аналіз та дослідження похибок вимірювання розроблених засобів контролю параметрів ТПВКМ здійснювалося у відповідності до теорії похибок вимірювання та обробки результатів експериментальних досліджень. Теоретичне дослідження показників достовірності вимірювального контролю параметрів ТПВКМ здійснювалося з використанням методів теорії вимірювального контролю.

Наукова новизна одержаних результатів. Отримали розвиток методи вимірювального контролю продуктивності роботи основних типів доїльних установок, у яких, на відміну від існуючих, використано експериментально отримані диференційні функції розподілу загального часу роботи з тваринами при різних способах їх утримання, різних варіантах їх ідентифікації, використанні різних типів доїльних апаратів, та враховано встановлений в результаті проведених досліджень функціональний зв'язок між кількістю тварин, кількістю доїльних апаратів, типом доїльного апарата, статистичними характеристиками тривалості роботи доїльних установок,

тривалості підготовки тварини, тривалості видоювання тварини, що дозволило підвищити достовірність вимірювального контролю продуктивності роботи основних типів доїльних установок з метою підвищення ефективності функціонування доїльно-молочних відділень ферм.

Практичне значення одержаних результатів полягає в наступному. Розроблено методологію вимірювального контролю продуктивності роботи доярів та основних типів доїльних установок при різних способах утримання тварин, проведено теоретичне дослідження показників достовірності вимірювального контролю, результати теоретичних досліджень підтверджено результатами експерименту.

1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Особливості функціонування ТПВКМ

У технологічному процесі виробництва коров'ячого молока (ТПВКМ) технічні ланки вступають у пряму взаємодію з біологічними об'єктами та утворюють біотехнічну систему «людина-тварина-машина». Схему взаємодії складових елементів ТПВКМ наведено на рис. 1.1 [1].

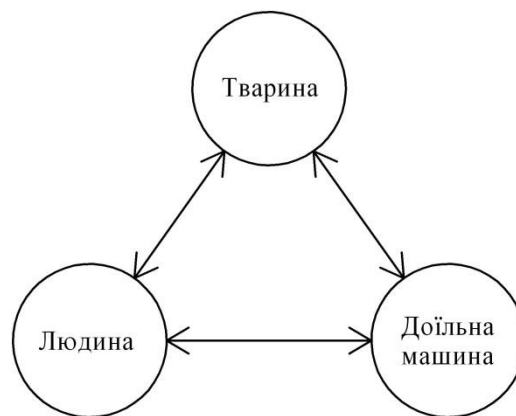


Рисунок 1.1 – Схема взаємодії складових елементів ТПВКМ

Основним завданням, яке повинно вирішуватися при виробництві коров'ячого молока, є забезпечення якісного видоювання тварин та їх високої продуктивності протягом усього періоду експлуатації. До складових елементів ТПВКМ входять умови і технологія утримання тварин, їх індивідуальні особливості, конструкція і режими роботи доїльного обладнання, кваліфікація і індивідуальні характеристики операторів машинного доїння, а також умови їх роботи. Ефективність ТПВКМ залежить від відповідності його окремих складових елементів фізіологічним потребам тварин і якості взаємозв'язків між елементами. Внаслідок взаємодії складових елементів, вихідні параметри ТПВКМ в певній мірі характеризують стан кожного з них. Також вихідні параметри кожного

окремого складового елемента характеризують стан інших елементів, що входять до складу ТПВКМ. Практика виробництва молока показує, що в однотипних виробничих умовах, при використанні одних і тих самих доїльних установок, апаратів і тварин, різні оператори машинного доїння одержують різні показники продуктивності, якості молока і захворюваності корів маститом. Виходячи з цього, ефективність систем доїння, у значній мірі залежить від відношення оператора до своїх обов'язків. Особливо значну роль відіграє людина в недосконалих системах доїння, де на неї покладається виконання важливих і трудомістких технологічних операцій, пов'язаних з підготовкою тварин до доїння, підключенням доїльних апаратів, проведення додоювання тварин, зніманням доїльних апаратів. Важливий вплив на якісні характеристики роботи оператора машинного доїння має також комплексний показник ергономічності доїльної установки. В ТПВКМ на реалізацію рефлексу молоковіддачі та захворюваність тварин маститом в значній мірі впливають типи доїльних апаратів, режими їх роботи, тип доїльної установки, спосіб утримання тварин, технологія і стереотип доїння. Так, наприклад, відсутність у складі доїльної установки систем підготовки тварин до доїння та засобів контролю параметрів молоковіддачі, призводить до порушень технологічного процесу, зниження секреторної функції молочної залози, високого рівня захворюваності маститом, зниження якості молока і погіршення санітарного стану, суттєвого збільшення бактеріальної заплідненості молока. Ефективність ТПВКМ, окрім технологічної ланки та людського фактора, залежить від індивідуальних характеристик тварин, зокрема від їх стресостійкості та придатності до машинного доїння. Наявність у стаді навіть незначної кількості непридатних до машинного доїння тварин призводить до порушень технологічного процесу доїння. Для забезпечення ефективності ТПВКМ необхідна селекційна робота із створення однорідних стад тварин с високими адаптаційними можливостями і придатних до машинного доїння. ТПВКМ, внаслідок його багатовимірності, внутрішніх зв'язків, змінних умов, нестабільності режимів, вимагає високого

рівня досконалості. Практика виробництва молока свідчить, що існуючі системи доїння не завжди забезпечують високоякісне забезпечення ТПВКМ і адекватний взаємозв'язок між його складовими елементами, є недостатньо ефективними і потребують удосконалення. Підвищення ефективності тваринницьких ферм потребує оптимізації варіантів взаємодії чинників «людина-тварина-машина» у різних системах доїння, удосконалення технології доїння, доїльних установок та апаратів. Сучасні тваринницькі ферми потребують впровадження технічних рішень, котрі дають можливість відслідковувати розвиток кожної тварини і оптимально керувати процесом її утримання. Системи автоматизованого управління тваринницькою фермою (САУТФ) забезпечують комплексне управління ТПВКМ, оптимізацію продуктивності тварин, здоров'я стада, ефективність праці обслуговуючого персоналу. Також при їх використанні здійснюється автоматичне створення календарних планів необхідних заходів, облік готового продукту, аналіз та контроль зоотехнічних параметрів тварин, аналіз показників роботи технологічного обладнання, виконуються різноманітні технологічні операції та процедури. Якість забезпечення взаємозв'язку між складовими елементами ТПВКМ, в значній мірі залежить від метрологічних характеристик інформаційно-вимірювальних систем параметрів технологічного процесу виробництва молока (ІВС ПТПВКМ), які, як правило, є складовою частиною САУТФ. Виходячи з цього, подальший розвиток теорії засобів контролю параметрів ТПВКМ, ІВС ПТПВКМ та їх складових елементів, покращення їх метрологічних та інших технічних характеристик, є важливим та актуальним завданням.

1.2 Параметри ТПВКМ та особливості методів і засобів їх контролю

Для конкретизації вимірюваних та контрольованих параметрів ТПВКМ розглянемо положення нейрогормональної теорії лактації [2, 3]. На рис. 1.2 наведено схематичне зображення рефлекторної регуляції молоковіддачі у

корів, а на рис. 1.3 – залежність, яка характеризує виведення молока з молочної залози.

Оптимізація взаємодії доїльної машини, людини та тварини, створення доїльного апарата та іншого технологічного обладнання, яке забезпечує ефективну стимуляцію рефлексу молоковіддачі та підвищення продуктивності тварин, є складним науково-технічним завданням комплексного характеру, яке на сьогоднішній день повністю не вирішено [1, 4-6].

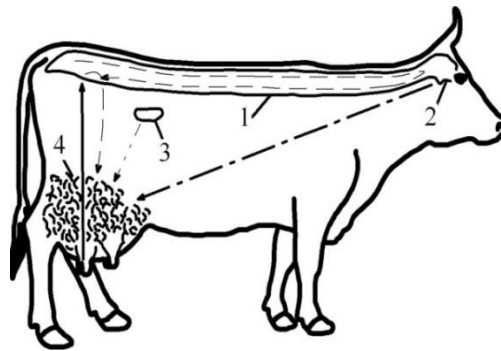


Рисунок 1.2 – Схема рефлекторної регуляції молоковіддачі у корів: 1 – спинний мозок; 2 – гіпофіз; 3 – наднирники; 4 – молочна залоза

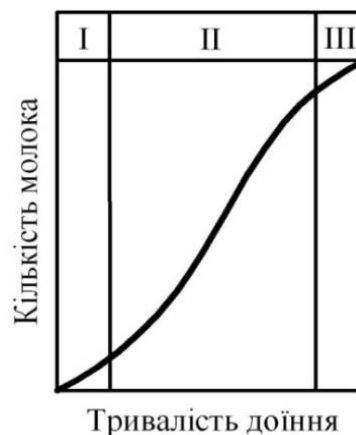


Рисунок 1.3 – Залежність, яка характеризує виведення молока з молочної залози

Для виникнення рефлексу молоковіддачі, під час підготовки тварини необхідний енергійний масаж, тому що нервові закінчення закладені глибоко в шкірі дійки, якість виконання цієї операції залежить від оператора. Під час процесу доїння дійкова гума доїльних стаканів механічно діє на рецептори молочної залози, які знаходяться глибоко у тканинах дійки, особливо в їх основі [7]. Внаслідок подразнення рецепторів виникає нервове збудження, яке по волокнах зовнішнього сім'яного нерва досягає спинного мозку. В спинному мозку в поперековій частині нервовий сигнал, як наведено на рис. 1.2, розділяється на два сигнали. Один з сигналів по короткій дузі повертається до м'язових елементів молочної залози цистернального відділу. В результаті відбувається розслаблення цистерни і молоко виводиться з самої цистерни та крупних вивідних протоків (цистернальна порція). Це перша фаза рефлексу молоковіддачі (рис. 1.3), яка виникає через 2-6 с після механічного впливу та продовжується 25-30 с. По другій довгій дузі нервові імпульси передаються до гіпофізу, який забезпечує виділення гормону окситоцину в кров. Окситоцин, який потрапив у кров, досягаючи молочної залози, викликає скорочення міоепітеліальних клітин альвеол. В результаті, протягом другої фази (рис. 1.3), виникає виведення молока, яке знаходиться в альвеолах. Час від початку подразнення дійок до припуску молока, так званий латентний період, в середньому складає 40-50 с. Необхідна для молоковіддачі концентрація окситоцину в крові підтримується короткий термін – від 2 до 5 хвилин, максимум – до 7 хвилин. Руїнація окситоцину в крові супроводжується закінченням рефлексу молоковіддачі. Це явище є фізіологічною основою правила доїння: доїння повинно відбуватися так, щоб максимально використати дію рефлексу молоковіддачі. Високий рівень тиску у порожнинах молочної залози утримується протягом 1,5-2 хвилини, після чого поступово починає знижуватись. У відповідності з дослідженнями [5], лактаційний рефлекс у корів складає приблизно 4-5 хвилин. У середньому, при нормальних умовах доїння, тиск починає знижуватися після того, як відбудеться видоювання 50 % молока. За 4-5 хвилин корова повинна віддати

не менше 80 - 90 % молока від удою, після чого починається третя фаза доїння (рис. 1.3), під час якої здійснюється додоювання.

Для оцінювання якості виконання доярами своїх обов'язків, за допомогою відповідних засобів здійснюється контроль низки параметрів ТПВКМ, які регламентуються стандартом [8]. Якість роботи доярів характеризується значенням удою та тривалості доїння, кількістю повторних під'єднань доїльних стаканів, кількістю випадків холостих доїнь (доїльний апарат працює, а припуску молока немає), тривалістю холостих доїнь, кількістю відпадань доїльного апарата.

Також, у багатьох випадках, здійснюється контроль параметрів доїльної та інших машин, які є невід'ємними складовими елементами ТПВКМ. До таких параметрів відносяться характеристики пульсуючого вакууму у доїльних стаканах, параметри технічного стану пульсатора, параметри, які характеризують положення маніпулятора та доїльних стаканів.

При проектуванні нових та модернізації існуючих доїльно-молочних відділень тваринницьких ферм висуваються високі вимоги до визначення продуктивності доїльної установки, що на практиці реалізувати дуже важко. Цим пояснюється той факт, що виробники у своїх рекламних проспектах не наводять її чисельного значення, або наводять його з невисокою точністю [9-32]. Тривалість роботи доїльної установки є важливим параметром, який має домінуюче значення при визначенні продуктивності. Складність визначення продуктивності установки в значній мірі зумовлена недосконалістю існуючих методів оцінювання тривалості машинного доїння.

Тривалість роботи доїльної установки повинна знаходитись в певних межах, які залежать від характеристик стада або групи тварин, кількості доїльних апаратів, кількості тварин, алгоритму роботи доїльного апарата, типу доїльної установки, якості роботи дояра, тривалості підготовки тварини, інших факторів. Результат вимірювального контролю цього параметра ТПВКМ в значній мірі характеризує якість роботи доярів.

1.3 Висновок до розділу

Існуючі методи оцінювання продуктивності роботи доїльних установок не враховують специфічні особливості різних їх типів та деякі технологічні операції. Наприклад, не враховується залежність статистичних характеристик тривалості підготовки тварин до доїння від способу їх ідентифікації, як правило, не враховуються особливості роботи певних типів доїльних апаратів. Внаслідок цього, оцінювання та прогнозування продуктивності роботи доїльних установок та визначення границь допуску цього параметра, в більшості випадків, не мають достатню точність.

Виходячи з цього, подальше вдосконалення методів оцінювання продуктивності машинного доїння для різних доїльних установок є важливим та актуальним завданням.

Внаслідок удосконалення вищевказаних методів підвищиться точність визначення продуктивності доїльної установки та продуктивність її роботи при проектуванні або модернізації, збільшиться ефективність їх інженерного проектування та вимірювального контролю продуктивності роботи різних типів доїльних установок.

Для вирішення цього завдання необхідно провести експериментальні дослідження, на основі результатів цих досліджень визначити уточнені статистичні характеристики різних варіантів тривалості підготовки тварини до доїння та тривалості машинного доїння при використанні різних типів доїльних апаратів, визначити уточнені статистичні характеристики тривалості роботи з твариною. На основі отриманих результатів необхідно створити методи статистичного оцінювання продуктивності роботи доїльних установок і окремих доярів, та методику проведення вимірювального контролю цього параметра.

2 МЕТОДИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ПРОДУКТИВНОСТІ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК

Як було наведено у першому розділі, результати вимірювального контролю продуктивності роботи доїльних установок та доярів, що їх обслуговують, певним чином характеризують якість та відповідність стада зоотехнічним вимогам та якість роботи доярів. Для визначення границь допуску тривалості роботи основних типів доїльних установок, та доярів, що їх обслуговують, необхідно визначити статистичні характеристики цього параметра. Розглянемо запропонований метод статистичного оцінювання продуктивності доїльних процесів при використанні основних типів доїльних установок та різних способах утримання тварин, при різній кількості тварин, доярів, доїльних апаратів, та при використанні різних типів доїльних апаратів.

2.1 Метод статистичного оцінювання продуктивності процесу машинного доїння

Невід'ємною складовою процесу машинного доїння є технологічний процес підготовки тварини. В роботах [33, 34] розглянуто цей процес і пропонується вважати постійною його тривалість при розрахунках продуктивності доїльної установки. Це твердження можна вважати об'єктивним тільки для випадку використання доїльних роботів, у яких тривалість підготовки є детермінованою величиною. На звичайних доїльних установках тривалість підготовки тварини є випадковою величиною, яка залежить від низки факторів об'єктивного і суб'єктивного характеру, наприклад, від способу утримання тварин, кваліфікації оператора, його відповідальності, інших випадкових факторів. Процес підготовки тварини до доїння складається з таких технологічних операцій: миття вимені, ручне видоювання перших струменів молока, масаж вимені, протимаститна

обробка вимені, вдягання доїльних стаканів. У випадку, якщо доїльна установка обладнана інформаційно-вимірювальною системою контролю параметрів технологічного процесу виробництва коров'ячого молока (ІВС КППВКМ), у якій передбачена ідентифікація тварин, можуть додаватись ще такі технологічні операції: ручне введення номера тварини за відсутності автоматичної ідентифікації, піднесення доярем до транспондера тварини ЗТ (для випадків автоматизованої ідентифікації), ручне введення номера тварини, якщо не спрацювала система ідентифікації [35]. Окрім того можуть бути присутні випадкові затримки технологічних операцій, які зумовлені недостатньою кваліфікацією або недобросовісністю дояра, падінням доїльних стаканів, відмовами технічних засобів машинного доїння та іншими причинами.

На основі проведених досліджень [36, 37], встановлено, що диференційна функція розподілу часу підготовки тварини до доїння t_p наближається до хі-квадрат розподілу як при прив'язному утриманні тварин, так і при безприв'язному. Аналітичний вираз для хі-квадрат розподілу тривалості підготовки тварини до доїння [38]

$$p_{PD}(t_p) = \frac{t_p^{\frac{k_{PD}-1}{2}} e^{-\frac{t_p}{2}}}{2^{\frac{k_{PD}}{2}} \Gamma(k_{PD}/2)}, \quad (2.1)$$

де k_{PD} – параметр функції розподілу; $\Gamma(z)$ – гамма-функція Ейлера.

Для диференційної функції хі-квадрат розподілу математичне очікування визначається виразом

$$M_{PD} = \int_0^{+\infty} \frac{t_p^{\frac{k_{PD}}{2}} e^{-\frac{t_p}{2}}}{2^{\frac{k_{PD}}{2}} \Gamma(k_{PD}/2)} dt_p = k_{PD}, \quad (2.2)$$

а дисперсія

$$D_{PD} = \int_0^{+\infty} \frac{(t_P - k_{PD})^2 t_P^{\frac{k_{PD}-1}{2}} e^{-\frac{t_P}{2}}}{2^{\frac{k_{PD}}{2}} \Gamma(k_{PD}/2)} dt_P = 2k_{PD}. \quad (2.3)$$

Час видоювання тварини є випадковою величиною, яка певною мірою залежить від принципу розподілу тварин за групами, алгоритму роботи доїльного апарата, типу доїльного апарата, типу доїльної установки і т. д. У роботах [39-41] пропонується як статистичну модель часового інтервалу видоювання тварини використовувати нормальну функцію розподілу та здійснювати прогнозування тривалості доїння за допомогою квадратичної регресії. У роботах [42, 43] пропонується в якості статистичної моделі часового інтервалу тривалості доїння на конвеєрних установках використовувати нормальну функцію розподілу, в роботі [44] пропонується те саме для установки «Ялинка», в роботах [45, 46] – для усіх доїльних установок, у [47] – для установки «Карусель». Слід відзначити, що нормальний розподіл не відображає важливу особливість часового інтервалу тривалості доїння, а саме те, що тривалість доїння не може бути меншою за певну величину або нуль. Окрім того, внаслідок наявності певної кількості тугодійних тварин, функція розподілу тривалості доїння повинна мати певну асиметрію, чого не має нормальний закон. Можливість попадання на доїльну установку сухостійної тварини також не враховується при використанні нормального закону. У роботах [2, 48] наводяться результати досліджень, на основі яких пропонується вважати тривалість видоювання тварини розподіленою за логнормальним законом, який широко використовується для статистичного оцінювання параметрів багатьох біологічних процесів [49, 50].

В результаті проведених досліджень встановлено, що функція розподілу часу доїння тварини наближається до логнормальної, якщо тварини розподілені на велику кількість груп у відповідності до стадії їх лактаційного періоду. В реальності ця умова виконується дуже рідко.

Окрім цього, в [2, 48] не враховується час мінімальної роботи доїльного апарата з функцією керування процесом доїння, який має

детерміноване значення, та не враховується можливість доїння сухостійних тварин.

На рис. 2.1 наведена циклограма алгоритму роботи з доїльним апаратом, який має функцію керування процесом доїння.

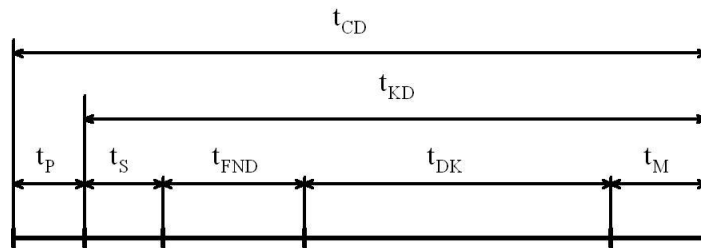


Рисунок 2.1 – Циклограма типового алгоритму роботи з доїльним апаратом, який має функцію керування процесом доїння

Після підготовки тварини протягом часу t_p та одягання доїльних стаканів, дояр запускає доїльний апарат, який протягом детермінованого часу t_s здійснює стимуляцію вимені. Після закінчення фази стимуляції відбувається перехід до фази некерованого доїння. Під час фази некерованого доїння протягом детермінованого часу t_{FND} інтенсивність молоковіддачі тварини не вимірюється. Після цього здійснюється перехід до фази керованого доїння, під час якої вимірюється інтенсивність молоковіддачі, і, в залежності від її значення, встановлюється частота і шпаруватість пульсацій вакууму в доїльних стаканах доїльного апарата. Фаза керованого доїння має випадкову тривалість t_{DK} . Після того як відбулося зниження інтенсивності молоковіддачі нижче 0,8 л/хв, відбувається перехід до фази додоювання, під час якої протягом детермінованого часу t_M здійснюється періодичний масаж вимені. При збільшенні інтенсивності молоковіддачі протягом фази додоювання, можлива пролонгація її тривалості. Час керованого доїння t_{KD} при використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння визначається як сума часу фази

стимуляції, часу фази некерованого доїння, часу фази керованого доїння, часу фази масажу вимені. Загальний час роботи з твариною при використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння визначається як сума часу керованого доїння та часу підготовки тварини до доїння.

На рис. 2.2 наведена циклограма типового алгоритму роботи з доїльним апаратом без функції керування процесом доїння.

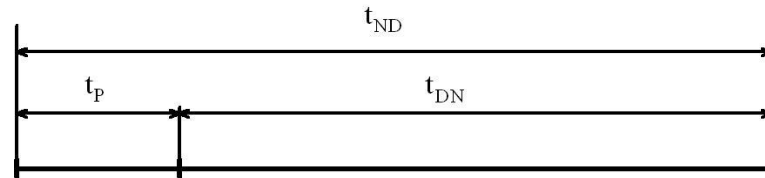


Рисунок 2.2 – Циклограма типового алгоритму роботи з доїльним апаратом без функції керування процесом доїння

Після підготовки тварини до доїння протягом часу t_p дояр запускає доїльний апарат, який протягом випадкового часу некерованого доїння t_{DN} здійснює видоювання тварини. Через певний проміжок часу дояр візуально оцінює поточний стан процесу доїння, і за певними ознаками робить суб'єктивний висновок про необхідність його завершення. Таким чином, при використанні доїльного апарата без функції керування процесом доїння, час некерованого доїння t_{DN} , за який здійснюється видоювання тварини, є випадковою величиною. Загальний час роботи з твариною при використанні доїльного апарата без функції керування процесом доїння визначається як сума часу некерованого доїння і часу підготовки доїння. В результаті проведення досліджень часу некерованого доїння t_{DN} для доїльних апаратів без функції керування процесом доїння, встановлено, що розподіл цього інтервалу наближається до гамма-розподілу і визначається виразом [38]

$$P_{DN}(t_{DN}) = \frac{t_{DN}^{l_{DN}} e^{-\frac{t_{DN}}{m_{DN}}}}{m_{DN}^{l_{DN}+1} \Gamma(l_{DN} + 1)}, \quad (2.4)$$

де l_{DN} , m_{DN} – параметри розподілу.

Математичне очікування часу некерованого доїння t_{DN} при використанні доїльних апаратів без функції керування процесом доїння визначається виразом

$$M_{DN} = \int_0^{+\infty} \frac{t_{DN}^{l_{DN}+1} e^{-\frac{t_{DN}}{m_{DN}}}}{m_{DN}^{l_{DN}+1} \Gamma(l_{DN}+1)} dt_{DN} = m_{DN} (l_{DN} + 1), \quad (2.5)$$

а дисперсія часу некерованого доїння t_{DN} при використанні доїльних апаратів без функції керування процесом доїння визначається виразом

$$D_{DN} = \int_0^{+\infty} \frac{(t_{DN} - m_{DN} (l_{DN} + 1))^2 t_{DN}^{l_{DN}} e^{-\frac{t_{DN}}{m_{DN}}}}{m_{DN}^{l_{DN}+1} \Gamma(l_{DN} + 1)} dt_{DN} = m_{DN}^2 (l_{DN} + 1). \quad (2.6)$$

В результаті дослідження випадкового часу фази керованого доїння t_{DK} доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння, встановлено, що функція розподілу цього інтервалу також наближається до гамма-розподілу та визначається виразом

$$p_{DK}(t_{DK}) = \frac{t_{DK}^{l_{DK}} e^{-\frac{t_{DK}}{m_{DK}}}}{m_{DK}^{l_{DK}+1} \Gamma(l_{DK} + 1)}, \quad (2.7)$$

де l_{DK} , m_{DK} – параметри розподілу.

Таким чином, математичне очікування часу фази керованого доїння визначається виразом

$$M_{DK} = \int_0^{+\infty} \frac{t_{DK}^{l_{DK}+1} e^{-\frac{t_{DK}}{m_{DK}}}}{m_{DK}^{l_{DK}+1} \Gamma(l_{DK} + 1)} dt_{DK} = m_{DK} (l_{DK} + 1). \quad (2.8)$$

Дисперсія часу фази керованого доїння визначається виразом

$$D_{DK} = \int_0^{+\infty} \frac{(t_{DK} - m_{DK} (l_{DK} + 1))^2 t_{DK}^{l_{DK}} e^{-\frac{t_{DK}}{m_{DK}}}}{m_{DK}^{l_{DK}+1} \Gamma(l_{DK} + 1)} dt_{DK} = m_{DK}^2 (l_{DK} + 1). \quad (2.9)$$

При використанні доїльного апарата без функції керування процесом доїння, загальний час роботи з твариною визначається як сума двох часових інтервалів – тривалості підготовки тварини до доїння та часу некерованого доїння

$$t_{ND} = t_P + t_{DN} \cdot \quad (2.10)$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{ND}}, \quad (2.11)$$

де N – кількість тварин; t_{ND} – час доїння.

Ці дві випадкові величини є незалежними, тому функція розподілу їх суми $p_{ND}(t_{ND})$ знаходиться як згортка їх функцій розподілу [51]

$$p_{ND}(t_{ND}) = p_{PD}(t_{ND}) * p_{TD}(t_{ND}) = \int_0^{+\infty} \frac{\tau^{\frac{k_{PD}}{2}-1} (t_{ND} - \tau)^{l_{DN}} e^{-\frac{2t_{ND} + \tau(m_{DN}-2)}{2m_{DN}}}}{2^{\frac{k_{PD}}{2}} m_{DN}^{l_{DN}+1} \Gamma(l_{DN} + 1) \Gamma(k_{PD}/2)} d\tau \cdot \quad (2.12)$$

Наведений інтеграл аналітично не визначається і обчислити його можливо тільки за допомогою чисельних методів.

Математичне очікування загального часу роботи з твариною для доїльного апарата без функції керування процесом доїння визначається виразом

$$M_{ND} = m_{DN} (l_{DN} + 1) + k_{PD}, \quad (2.13)$$

а дисперсія

$$D_{ND} = m_{DN}^2 (l_{DN} + 1) + 2k_{PD}. \quad (2.14)$$

Час керованого доїння для доїльного апарата з функцією керування процесом доїння складається з часу фази стимуляції, часу фази некерованого доїння, часу фази керованого доїння, часу фази додоювання, та визначається

виразом

$$t_{KD} = t_S + t_{FND} + t_{DK} + t_M. \quad (2.15)$$

Математичне очікування часу керованого доїння

$$\dot{I}_{KD} = t_S + t_{FND} + t_M + m_{DK}(l_{DK} + 1), \quad (2.16)$$

дисперсія часу керованого доїння

$$D_{KD} = m_{DK}^2 (l_{DK} + 1). \quad (2.17)$$

Загальний час роботи з твариною при використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння визначається як сума часу підготовки тварини та часу керованого доїння

$$t_{CD} = t_P + t_{KD} = t_P + t_S + t_{FND} + t_{DK} + t_M. \quad (2.18)$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{CD}}, \quad (2.19)$$

де N – кількість тварин; t_{CD} – час доїння.

Випадковими величинами у виразі (2.18) є час підготовки тварини t_P та час фази керованого доїння t_{DK} . Усі інші величини є детермінованими, функція розподілу суми вищевказаних випадкових величин визначається виразом

$$p_{CD}(t_{CD}) = p_{PD}(t_{CD}) * p_{DK}(t_{CD}) = \int_0^{+\infty} \frac{\tau^{\frac{k_{PD}-1}{2}} (t_{CD} - \tau)^{l_{DK}} e^{-\frac{2t_{CD} + \tau(m_{DK}-2)}{2m_{DK}}}}{2^{\frac{k_{PD}}{2}} m_{DK}^{l_{DK}+1} \Gamma(l_{DK} + 1) \Gamma(k_{PD}/2)} d\tau. \quad (2.20)$$

Наведений інтеграл аналогічний інтегралу (2.12), він аналітично не

визначається, розрахувати його можливо тільки за допомогою чисельних методів.

Математичне очікування загального часу роботи з твариною при використанні доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння визначається виразом

$$\dot{I}_{CD} = t_S + t_{FND} + t_M + m_{DK}(l_{DK} + 1) + k_{PD}, \quad (2.21)$$

а дисперсія

$$D_{CD} = m_{DK}^2(l_{DK} + 1) + 2k_{PD}. \quad (2.22)$$

При використанні доїльного робота час підготовки тварини є детермінованою величиною t_{PR} , відповідно, загальний час роботи з твариною у цьому випадку

$$t_{RD} = t_{PR} + t_S + t_{FND} + t_{DK} + t_M. \quad (2.23)$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{RD}}, \quad (2.24)$$

де N – кількість тварин; t_{RD} – час доїння.

Математичне очікування загального часу роботи з твариною при використанні доїльного робота визначається виразом

$$M_{RD} = t_{PR} + t_S + t_{FND} + m_{DK}(l_{DK} + 1) + t_M, \quad (2.25)$$

а дисперсія

$$D_{RD} = m_{DK}^2(l_{DK} + 1). \quad (2.26)$$

Для подальшого статистичного оцінювання тривалості роботи доїльних

установок позначимо через t_{pi} час підготовки i -ї тварини до доїння, а через t_{TDi} – час видоювання i -ї тварини за допомогою одного з типів доїльних апаратів.

При використанні доїльного апарата без функції керування процесом доїння, часовий інтервал t_{TDi} дорівнює часу некерованого доїння t_{DN} . Таким чином, у цьому випадку, математичне очікування часового інтервалу t_{TDi} визначається виразом

$$M_{TD} = M_{DN} = m_{DN} (l_{DN} + 1), \quad (2.27)$$

а дисперсія

$$D_{TD} = D_{DN} = m_{DN}^2 (l_{DN} + 1). \quad (2.28)$$

При використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння, часовий інтервал t_{TDi} дорівнює часу керованого доїння t_{KD} . У цьому випадку, математичне очікування часового інтервалу t_{TDi} визначається виразом

$$M_{TD} = M_{KD} = t_s + t_{FND} + t_M + m_{DK} (l_{DK} + 1), \quad (2.29)$$

а дисперсія

$$D_{TD} = D_{KD} = m_{DK}^2 (l_{DK} + 1). \quad (2.30)$$

Експериментальні дослідження процесів машинного доїння при різних способах утримання тварин та різних варіантах ідентифікації проводилися в ПАТ «Радівське», с. Радівка, Калинівського району Вінницької області (Україна). При визначенні розподілу тривалості підготовки тварини t_p використана вибірка з 1200 спостережень. В результаті досліджень встановлено, що при безприв'язному утриманні з автоматичною ідентифікацією тварини $M_{PD}=28$ с, $D_{PD}=56$ с², при безприв'язному утриманні та автоматизованій ідентифікації $M_{PD}=35$ с, $D_{PD}=70$ с², при прив'язному утриманні та відсутності ідентифікації тварин $M_{PD}=32$ с, $D_{PD}=64$ с².

На рис. 2.3 наведено графіки отриманих експериментальних функцій розподілу часу підготовки тварини до доїння при різних способах утримання та різних варіантах ідентифікації тварин.

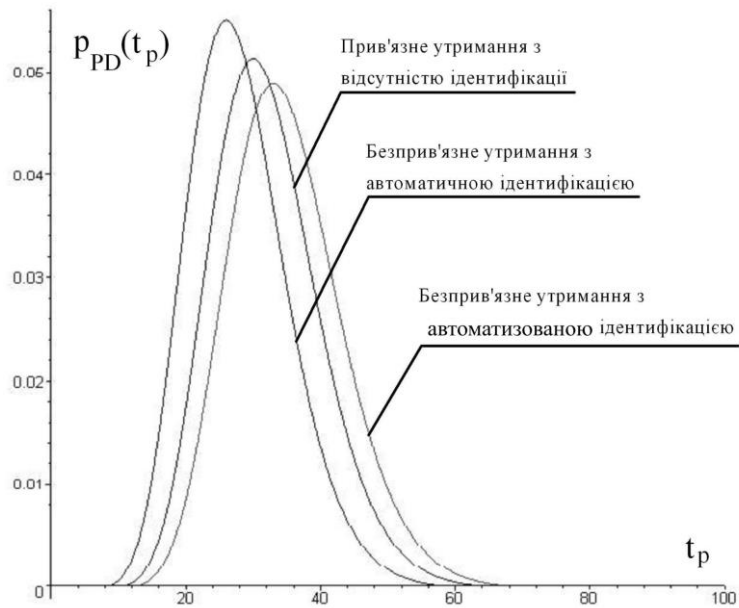


Рисунок 2.3 – Функції розподілу часу підготовки тварини при різних способах утримання та різних варіантах ідентифікації тварин

Як слідує з рис. 2.3, математичне очікування часу підготовки тварини при різних способах утримання та різних варіантах ідентифікації значно різняться, що зумовлює значний вплив цього параметра на загальну тривалість роботи доїльних установок та доярів, що їх обслуговують.

На рис. 2.4 наведено графік отриманої функції розподілу часу некерованого доїння для доїльного апарата без функції управління процесом доїння при прив'язному утриманні тварин. При дослідженні часу t_{DN} використаний доїльний апарат без функції керування процесом доїння УДМ.05.000 виробництва ТДВ «Брацлав» (Україна). Для визначення розподілу цього параметра була використана вибірка з 700 спостережень. В результаті експерименту встановлено, що для досліджуваного стада з прив'язним утриманням $M_{DN}=306$ с, дисперсія $D_{DN}=5750$ с².

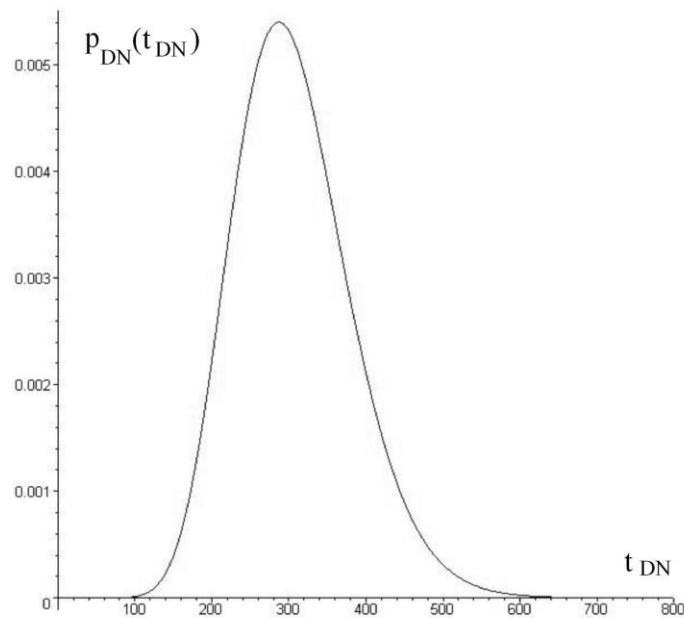


Рисунок 2.4 – Функція розподілу часу некерованого доїння з доїльним апаратом без функції керування процесом доїння при прив'язному утриманні тварин

Графік отриманої функції розподілу часу фази керованого доїння при використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння при безприв'язному утриманні тварин наведено на рис. 2.5.

При дослідженні часу t_{DK} застосовувався БЗПД «Bigmilk» виробництва ТДВ «Брацлав» (Україна), який має функцію керування процесом доїння та у якого $t_s=15$ с, $t_{FND}=30$ с, $t_M=30$. Для визначення функції розподілу цього параметра використана вибірка з 700 спостережень.

В результаті експерименту встановлено, що для досліджуваного стада з безприв'язним утриманням математичне очікування часу фази керованого доїння $M_{DK} = 223$ с, дисперсія часу фази керованого доїння $D_{DK} = 3745$ с².

Як слідує з порівняння рис. 2.4 та 2.5, функції розподілу часу фази керованого доїння та часу некерованого доїння ідентичні за формою, різниця між ними полягає у різних параметрах функції розподілу.

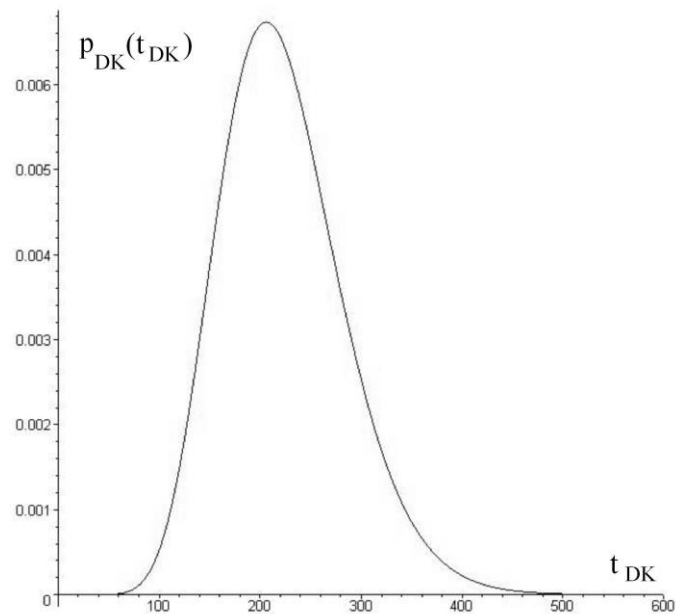


Рисунок 2.5 – Функція розподілу часу фази керованого доїння при використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння при безприв'язному утриманні тварин

На рис. 2.6 наведено отриманий графік функції розподілу загального часу роботи з твариною при прив'язному утриманні та використанні доїльного апарата без функції керування процесом доїння, для якого математичне очікування $M_{ND} = 338$ с, дисперсія $D_{ND} = 5814$ с².

На рис. 2.7 наведено графік функції розподілу загального часу роботи з твариною при безприв'язному утриманні з автоматичною ідентифікацією тварин та використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння, для якого математичне очікування $M_{CD} = 326$ с, дисперсія $D_{CD} = 3801$ с². Як слідує з порівняння рис. 2.6 та 2.7, функції розподілу загального часу роботи з твариною при безприв'язному утриманні з автоматичною ідентифікацією і використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння, та загального часу роботи з твариною при прив'язному утриманні та використанні доїльного апарата без функції керування процесом доїння, ідентичні за формою, різниця між ними полягає у різних параметрах функції розподілу.

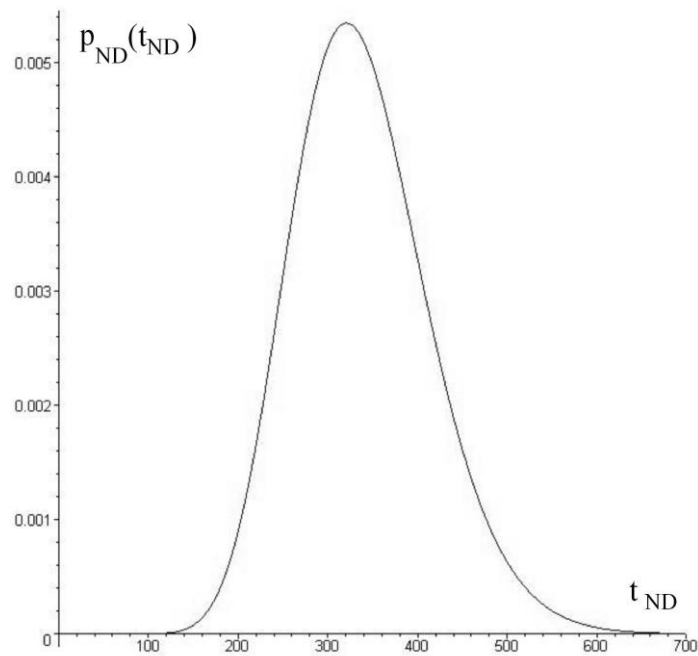


Рисунок 2.6 – Функція розподілу загального часу роботи з твариною при прив'язному утриманні та доїльним апаратом без функції керування процесом доїння

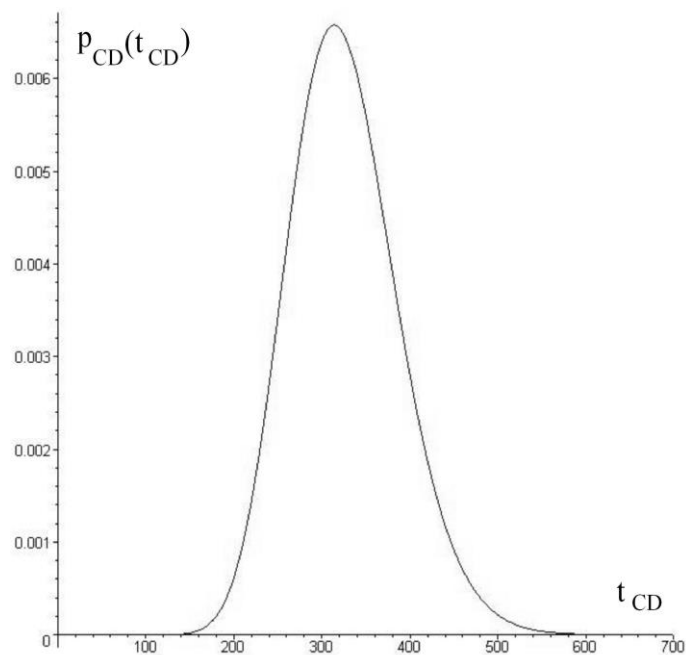


Рисунок 2.7 – Функція розподілу загального часу роботи з твариною при безприв'язному утриманні з автоматичною ідентифікацією та доїльним апаратом з функцією керування процесом доїння

При використанні автоматичної ідентифікації та використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння видоювання тварини відбувається швидше та з меншою дисперсією.

Для оцінювання близькості розподілу експериментальних даних до прийнятої моделі функції розподілу в усіх випадках використано критерій згоди Пірсона [52].

2.2 Метод статистичного оцінювання продуктивності роботи стійлової доїльної установки

На основі результатів досліджень, наведених у [36, 37], розроблено метод статистичного оцінювання тривалості роботи стійлової доїльної установки, встановлено функціональний зв'язок між статистичними характеристиками процесу доїння та кількістю тварин у групі, кількістю доїльних апаратів, алгоритмом роботи доїльного апарата. Розроблений метод оцінювання має більш високий ступінь адекватності у порівнянні з існуючими, та полягає у наступному [53, 54].

Алгоритм роботи дояра на стійловій доїльній установці такий [55, 56]. На стійловій доїльній установці для обслуговування групи тварин може бути використано від двох до чотирьох доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння або без функції керування процесом доїння. Установка обладнана вакуумними кранами для під'єднання доїльних апаратів. Крани розташовані послідовно на вакуумпроводі – один кран на кожну послідовно розташовану в стійлі пару тварин. Дояр готує першу тварину із першої пари до доїння, після чого надягає доїльний апарат і готує до доїння першу тварину з іншої пари, надягає їй доїльний апарат і переходить до підготовки першої тварини з наступної пари. Так продовжується поки усі доїльні апарати не будуть задіяні. У подальшому дояр спостерігає за процесом доїння, і коли він робить висновок про те, що в першій з пари тварини доїння закінчується, то починає готувати до доїння другу тварину з цієї пари. Після

завершення доїння першої тварини з пари дояр надягає відповідний доїльний апарат на другу тварину. Після цього дояр переходить до наступної пари тварин і виконує аналогічні дії. Після завершення доїння усіх задіяних пар, дояр переходить до наступних пар. Описані дії відбуваються доти, поки не буде закінчено доїння в усій стійловій лінії. Як правило, стійлові доїльні установки мають чотири або вісім ліній, кожна з яких обслуговується одним доярем. В кожній лінії знаходиться група до п'ятдесяти тварин.

Розглянемо циклограми роботи стійлової доїльної установки при різній кількості тварин та різній кількості доїльних апаратів. Циклограма роботи стійлової доїльної установки при використанні двох доїльних апаратів наведена на рис. 2.8.

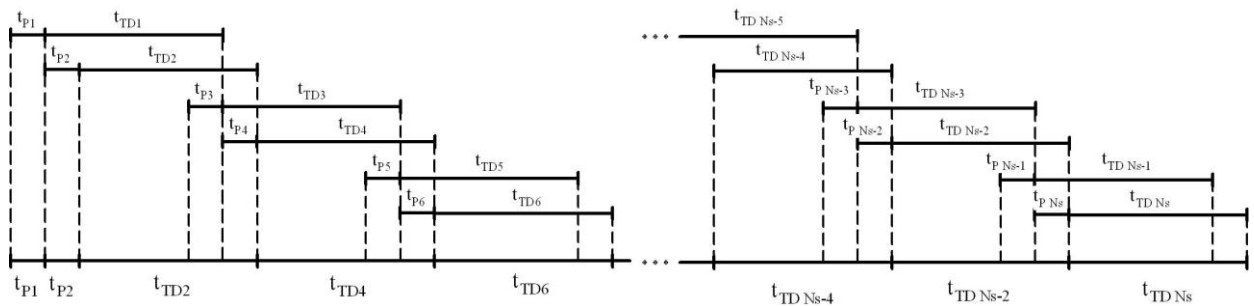


Рисунок 2.8 – Циклограма роботи стійлової доїльної установки при використанні двох доїльних апаратів

Позначимо через K_s кількість тварин у доїльній групі стійлової доїльної установки, а через Z_s – кількість доїльних апаратів, за допомогою яких обслуговується група. Введемо параметр N_s , який дорівнює K_s , якщо K_s кратне Z_s , і який дорівнює мінімальному числу більшому ніж K_s і кратному Z_s , якщо K_s не є кратним Z_s . Виходячи з цього, параметр N_s визначається виразом

$$N_s = \begin{cases} K_s, \left\{ \frac{K_s}{Z_s} \right\} = 0 \\ Z_s \left(\left[\frac{K_s}{Z_s} \right] + 1 \right), \left\{ \frac{K_s}{Z_s} \right\} \neq 0. \end{cases} \quad (2.31)$$

Як впливає із аналізу циклограми, тривалість роботи стійлової установки при парній кількості тварин, коли $K_s = N_s$, визначається виразом

$$T_{DS} = t_{P1} + t_{P2} + \sum_{i=2}^{N_s} t_{TDi}, \quad i = 2, 4, 6 \dots N_s, \quad (2.32)$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{DS}}, \quad (2.33)$$

де N – кількість тварин; t_{DS} – час доїння.

Тоді математичне очікування тривалості роботи стійлової установки

$$M_{TDS} = 2M_{PD} + \frac{N_s}{2} M_{TD}. \quad (2.34)$$

Дисперсія тривалості роботи стійлової установки

$$D_{TDS} = 2D_{PD} + \frac{N_s}{2} D_{TD}. \quad (2.35)$$

Якщо $K_s = N_s - 1$, то тривалість роботи стійлової установки

$$T_{DS} = t_{P1} + t_{P2} - t_{PN} + \sum_{i=2}^{N_s} t_{TDi}, \quad i = 2, 4, 6 \dots N_s. \quad (2.36)$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{DS}}, \quad (2.37)$$

де N – кількість тварин; t_{DS} – час доїння.

Математичне очікування тривалості роботи стійлової установки у цьому випадку визначається виразом

$$M_{TDS} = M_{PD} + \frac{N_S}{2} M_{TD}, \quad (2.38)$$

а дисперсія

$$D_{TDS} = D_{PD} + \frac{N_S}{2} D_{TD}. \quad (2.39)$$

На рис. 2.9 наведено циклограму роботи стійлової доїльної установки при використанні трьох доїльних апаратів.

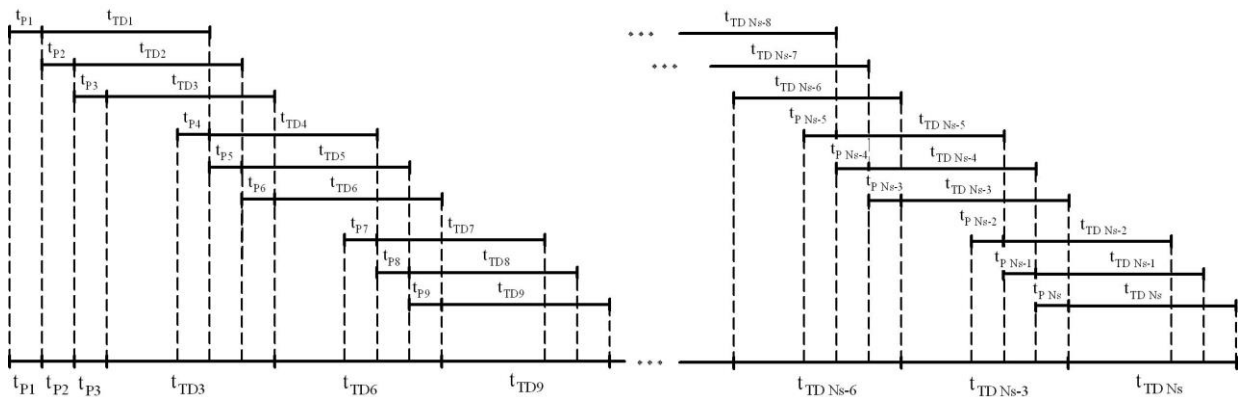


Рисунок 2.9 – Циклограма роботи стійлової доїльної установки при використанні трьох доїльних апаратів

Як впливає із аналізу циклограми, тривалість роботи стійлової установки при $K_S = N_S$, визначається виразом

$$T_{DS} = t_{P1} + t_{P2} + t_{P3} + \sum_{i=3}^{N_S} t_{TDi}, \quad i = 3, 6, 9 \dots N_S, \quad (2.40)$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{DS}}, \quad (2.41)$$

де N – кількість тварин; t_{DS} – час доїння.

а математичне очікування тривалості роботи стійлової установки

$$M_{TDS} = 3M_{PD} + \frac{N_S}{3} M_{TD}. \quad (2.42)$$

Дисперсія тривалості роботи стійлової доїльної установки у цьому випадку

$$D_{TDS} = 3D_{PD} + \frac{N_S}{3} D_{TD}. \quad (2.43)$$

Тривалість роботи стійлової установки при $K_S = N_S - 1$, визначається виразом

$$T_{DS} = t_{P1} + t_{P2} + t_{P3} - t_{PN} + \sum_{i=3}^{N_S} t_{TDi}, \quad i = 3, 6, 9 \dots N_S. \quad (2.44)$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{DS}}, \quad (2.45)$$

де N – кількість тварин; t_{DS} – час доїння. Тоді математичне очікування тривалості роботи стійлової установки

$$M_{TDS} = 2M_{PD} + \frac{N_S}{3} M_{TD}, \quad (2.46)$$

а дисперсія тривалості роботи стійлової установки

$$D_{TDS} = 2D_{PD} + \frac{N_S}{3} D_{TD}. \quad (2.47)$$

Тривалість роботи стійлової установки при $K_S = N_S - 2$, визначається виразом

$$T_{DS} = t_{P1} + t_{P2} + t_{P3} - t_{PN} - t_{PN-1} + \sum_{i=3}^{N_S} t_{TDi}, \quad i = 3, 6, 9 \dots N_S. \quad (2.48)$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{DS}}, \quad (2.49)$$

де N – кількість тварин; t_{DS} – час доїння.

Математичне очікування тривалості роботи стійлової установки у цьому випадку визначається виразом

$$M_{TDS} = M_{PD} + \frac{N_S}{3} M_{TD}, \quad (2.50)$$

а дисперсія тривалості роботи стійлової установки

$$D_{TDS} = D_{PD} + \frac{N_S}{3} D_{TD}. \quad (2.51)$$

На рис. 2.10 наведено циклограму роботи стійлової доїльної установки при використанні чотирьох доїльних апаратів.

Як впливає із аналізу циклограми, тривалість роботи стійлової установки при $K_S = N_S$, визначається виразом

$$T_{DS} = t_{P1} + t_{P2} + t_{P3} + t_{P4} + \sum_{i=4}^{N_S} t_{TDi}, \quad i = 4, 8, 12 \dots N_S, \quad (2.52)$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{DS}}, \quad (2.53)$$

де N – кількість тварин; t_{DS} – час доїння,

а математичне очікування тривалості роботи стійлової установки

$$M_{TDS} = 4M_{PD} + \frac{N_S}{4} M_{TD}. \quad (2.54)$$

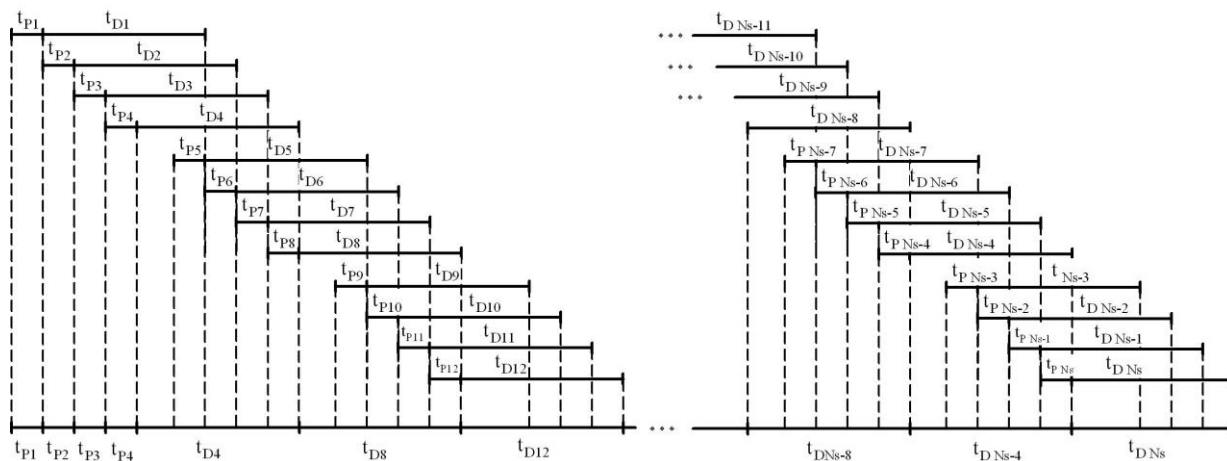


Рисунок 2.10 – Циклограма роботи стійлової доїльної установки при використанні чотирьох доїльних апаратів

Дисперсія тривалості роботи стійлової установки у цьому випадку

$$D_{TDS} = 4D_{PD} + \frac{N_S}{4} D_{TD}. \quad (2.55)$$

Тривалість роботи стійлової установки при $K_S = N_S - 1$, визначається виразом

$$T_{DS} = t_{P1} + t_{P2} + t_{P3} + t_{P4} - t_{PN} + \sum_{i=4}^{N_S} t_{TDi}, \quad i = 4, 8, 12 \dots N_S, \quad (2.56)$$

математичне очікування тривалості роботи стійлової установки

$$M_{TDS} = 3M_{PD} + \frac{N_S}{4} M_{TD}, \quad (2.57)$$

дисперсія тривалості роботи стійлової установки визначається як

$$D_{TDS} = 3D_{PD} + \frac{N_S}{4} D_{TD}. \quad (2.58)$$

Тривалість роботи стійлової установки при $K_S = N_S - 2$, визначається виразом

$$T_{DS} = t_{P1} + t_{P2} + t_{P3} + t_{P4} - t_{PN} - t_{PN-1} + \sum_{i=4}^{N_S} t_{TDi}, \quad i = 4, 8, 12 \dots N_S, \quad (2.59)$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{DS}}, \quad (2.60)$$

де N – кількість тварин; t_{DS} – час доїння.

Математичне очікування

$$M_{TDS} = 2M_{PD} + \frac{N_S}{4} M_{TD}, \quad (2.61)$$

дисперсія

$$D_{TDS} = 2D_{PD} + \frac{N_S}{4} D_{TD}. \quad (2.62)$$

Тривалість роботи стійлової установки при $K_S = N_S - 3$, визначається виразом

$$T_{DS} = t_{P1} + t_{P2} + t_{P3} + t_{P4} - t_{PN} - t_{PN-1} - t_{PN-2} + \sum_{i=4}^{N_S} t_{TDi}, \quad i = 4, 8, 12 \dots N_S, \quad (2.63)$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{DS}}, \quad (2.64)$$

де N – кількість тварин; t_{DS} – час доїння.

Математичне очікування

$$M_{TDS} = M_{PD} + \frac{N_S}{4} M_{TD}, \quad (2.65)$$

дисперсія

$$D_{TDS} = D_{PD} + \frac{N_S}{4} D_{TD}. \quad (2.66)$$

З аналізу виразів (2.32) – (2.66) випливає, що математичне очікування та дисперсію тривалості роботи стійлової доїльної установки можна представити у загальному вигляді

$$M_{TDS} = R_S M_{PD} + \frac{N_S}{Z_S} M_{TD}, \quad (2.67)$$

та

$$D_{TDS} = R_S D_{PD} + \frac{N_S}{Z_S} D_{TD}, \quad (2.68)$$

де R_S – коефіцієнт, який залежить від кількості доїльних апаратів і кількості тварин та визначається виразом

$$R_S = \begin{cases} Z_S, \left\{ \frac{K_S}{Z_S} \right\} = 0 \\ Z_S \left\{ \frac{K_S}{Z_S} \right\}, \left\{ \frac{K_S}{Z_S} \right\} \neq 0. \end{cases} \quad (2.69)$$

Математичне очікування часу підготовки тварини до доїння визначається виразом (2.2), а дисперсія часу підготовки тварини до доїння – виразом (2.3). Математичне очікування часу некерованого доїння тварини з використанням доїльного апарата без функції керування процесом доїння визначається виразом (2.24), а дисперсія – виразом (2.25). Підставивши (2.2) та (2.24) в (2.56) отримуємо вираз для математичного очікування тривалості роботи стійлової доїльної установки при використанні доїльних апаратів без функції керування процесом доїння.

$$M_{TDSN} = R_S k_{PD} + \frac{N_S}{Z_S} m_{DN} (l_{DN} + 1). \quad (2.70)$$

Підставивши (2.3) та (2.25) в (2.57) отримуємо вираз для дисперсії тривалості роботи стійлової доїльної установки при використанні доїльних апаратів без функції керування процесом доїння.

$$D_{TDSN} = 2R_S k_{PD} + \frac{N_S}{Z_S} m_{DN}^2 (l_{DN} + 1). \quad (2.71)$$

Математичне очікування часу керованого доїння тварини з використанням доїльного апарата з функцією керування процесом доїння визначається виразом (2.26), а дисперсія – виразом (2.27). Підставивши (2.2) та (2.26) в (2.56) отримуємо вираз для математичного очікування тривалості роботи стійлової доїльної установки при використанні доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння.

$$M_{TDSC} = R_S k_{PD} + \frac{N_S}{Z_S} (t_S + t_{FND} + t_M + m_{DK} (l_{DK} + 1)). \quad (2.72)$$

Підставивши (2.3) та (2.27) в (2.57) отримуємо вираз для дисперсії тривалості роботи стійлової доїльної установки при використанні доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння.

$$D_{TDSC} = 2R_S k_{PD} + \frac{N_S}{Z_S} m_{DK}^2 (l_{DK} + 1). \quad (2.73)$$

Функцію розподілу тривалості роботи стійлової доїльної установки в усіх вищевказаних випадках можна вважати нормальною на підставі першої граничної теореми [38].

У експериментальних дослідженнях на стійловій доїльній установці

використовувалися доїльні апарати УДМ.05.000 виробництва ТДВ «Брацлав» з механічним попарним пульсатором без функції керування процесом доїння та експериментальні зразки доїльного апарата з функцією керування процесом доїння, які обладнані електромагнітним попарним пульсатором і в яких $t_s=15$ с, $t_{FND}=30$ с, $t_M=30$. Дослідження проводилися при використанні двох та трьох доїльних апаратів з сорока восьми тваринами у доїльній групі, вибірка експериментальних даних складала 650 результатів вимірювання тривалості роботи доїльної установки. Результати проведених експериментальних досліджень такі: при використанні двох доїльних апаратів без функції керування процесом доїння $M_{TDSN} = 7628$ с, $D_{TDSN} = 132401$ с², при використанні трьох доїльних апаратів без функції керування процесом доїння $M_{TDSN} = 4898$ с, $D_{TDSN} = 85628$ с², при використанні двох доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння $M_{TDSC} = 7635$ с, $D_{TDSC} = 86884$ с², при використанні трьох доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння $M_{TDSC} = 4852$ с, $D_{TDSC} = 55334$ с². Теоретичний розрахунок вищевказаних параметрів проводився на основі таких експериментальних даних: $M_{PD} = 32$ с, $D_{PD} = 64$ с², для доїльних апаратів без функції керування процесом доїння $M_{ND} = 338$ с, $D_{ND} = 5814$ с², для доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння $M_{CD} = 328$ с, $D_{CD} = 3827$ с². Результати проведених теоретичних розрахунків такі: при використанні двох доїльних апаратів без функції керування процесом доїння $M_{TDSN} = 7584$ с, $D_{TDSN} = 133020$ с², при використанні трьох доїльних апаратів без функції керування процесом доїння $M_{TDSN} = 4959$ с, $D_{TDSN} = 86053$ с², при використанні двох доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння $M_{TDSC} = 7764$ с, $D_{TDSC} = 86992$ с², при використанні трьох доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння $M_{TDSC} = 4886$ с, $D_{TDSC} = 55624$ с².

2.3 Метод статистичного оцінювання продуктивності роботи групових доїльних установок

До цього часу найбільш розповсюдженими груповими доїльними установками є установки «Ялинка» та «Паралель». Алгоритм роботи цих установок повністю збігається, різниця полягає в різному розташуванні тварин. На установці «Паралель» тварини розташовані паралельно в доїльних станках та перпендикулярно робочій зоні дояра, на установці «Ялинка» – паралельно у доїльних станках та під певним кутом до робочої зони дояра. На рис. 2.11 наведено циклограму роботи доїльних установок «Ялинка» та «Паралель», яка пояснює алгоритм їх роботи [2, 57–60].

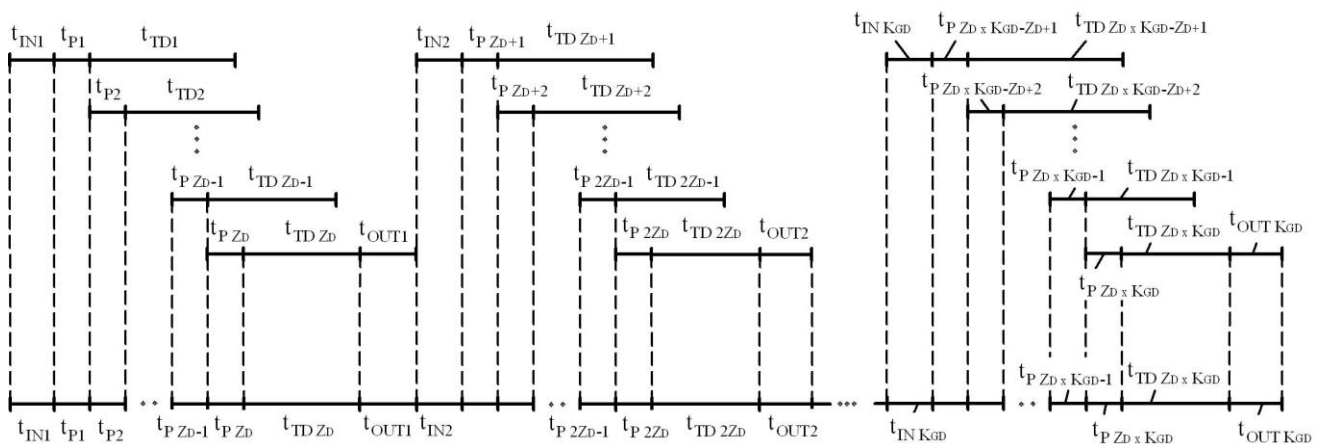


Рисунок 2.11 – Циклограма роботи групових доїльних установок «Ялинка» та «Паралель»

Доїльні станки, які входять до складу доїльної установки, знаходяться по обидві сторони робочої зони доярів. Кожну сторону обслуговує один дояр, кількість станків, які обслуговуються одним доярком дорівнює Z_D . Розглянемо роботу однієї сторони робочої зони, тому що з обох сторін технологічні операції виконуються одночасно і аналогічно. Протягом часу t_{INi} в доїльні станки однієї робочої зони входить Z_D тварин. Після цього дояр готує першу тварину до доїння протягом часу t_{Pi} , далі починається процес її доїння

протягом часу t_{TDi} , а дояр переходить до наступної тварини і виконує аналогічні операції. Після того, як закінчиться доїння усіх тварин у станках, вони виходять з установки протягом часу t_{OUTi} . Далі виконується доїння наступної групи тварин. Цей процес продовжується до тих пір, поки не буде завершено доїння усіх тварин в стаді. Як впливає з циклограми, тривалість доїння i -ї групи тварин кількістю Z_D визначається виразом [61]

$$T_{Gi} = t_{INi} + t_{OUTi} + \sum_{j=1}^{Z_D} t_{Pj} + t_{TDi}. \quad (2.74)$$

Визначимо математичне очікування та дисперсію тривалості доїння i -ї групи тварин кількістю Z_D . Математичне очікування M_{IN} та дисперсія D_{IN} часу входження групи тварин на установку та математичне очікування M_{OUT} та дисперсія D_{OUT} часу виходу тварин з установки розглянуті у [44]. Ці характеристики залежать від кількості доїльних станків, які обслуговує один дояр Z_D , кількості тварин, типу доїльної установки, способу входу тварин, способу виходу тварин, конструкції проходів та конструкції вхідних і вихідних воріт. Вони визначаються як величини прямо пропорційні емпіричним коефіцієнтам, які залежать від вищевказаних параметрів, та кількості доїльних станків Z_D . Виходячи з цього, математичне очікування M_{Gi} та дисперсія D_{Gi} тривалості доїння i -ї групи тварин кількістю Z_D визначається виразами

$$M_{Gi} = M_{IN} + M_{OUT} + Z_D M_{PD} + M_{TD}; \quad (2.75)$$

$$D_{Gi} = D_{IN} + D_{OUT} + Z_D D_{PD} + D_{TD}. \quad (2.76)$$

На доїльних установках типу «Ялинка» та «Паралель» можливе використання двох типів доїльних апаратів: з функцією керування процесом доїння та без функції керування процесом доїння. Математичне очікування та дисперсія часу підготовки тварини до доїння визначаються відповідно

виразами (2.2) та (2.3). Математичне очікування та дисперсія часу керованого доїння однієї тварини з використанням доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння визначається відповідно виразами (2.15) та (2.17). Підставивши (2.15) та (2.2) в (2.75) отримуємо вираз, який визначає математичне очікування тривалості доїння i - ї групи тварин кількістю Z_D при використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння

$$M_{GKi} = M_{IN} + M_{OUT} + Z_D k_{PD} + t_S + t_{FND} + t_M + m_{DK} (l_{DK} + 1). \quad (2.77)$$

Підставивши (2.16) та (2.3) в (2.76) отримуємо вираз, який визначає дисперсію тривалості доїння i - ї групи тварин кількістю Z_D при використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння

$$D_{GKi} = D_{IN} + D_{OUT} + 2Z_D k_{PD} + m_{DK}^2 (l_{DK} + 1). \quad (2.78)$$

При використанні доїльного апарата без функції керування процесом доїння, математичне очікування часу некерованого доїння визначається виразом (2.5), а дисперсія часу некерованого доїння виразом (2.6). Підставивши (2.5) та (2.2) в (2.75) отримуємо вираз, який визначає математичне очікування тривалості доїння i - ї групи з Z_D тварин при використанні доїльного апарата без функції керування процесом доїння

$$M_{GNi} = M_{IN} + M_{OUT} + Z_D k_{PD} + m_{DN} (l_{DN} + 1). \quad (2.79)$$

Підставивши (2.6) та (2.3) в (2.76) отримуємо вираз для дисперсії тривалості доїння i - ї групи тварин кількістю Z_D при використанні доїльного апарата без функції керування процесом доїння

$$D_{GNi} = D_{IN} + D_{OUT} + 2Z_D k_{PD} + m_{DN}^2 (l_{DN} + 1). \quad (2.80)$$

Визначимо математичне очікування та дисперсію тривалості роботи доїльної установки «Ялинка» або «Паралель» при використанні обох типів доїльних апаратів. При парній кількості тварин в стаді обидва дояри виконують видоювання однакової кількості тварин, при непарній кількості тварин одним з доярів буде видосно на одну тварину більше. Відповідно, тривалість доїння на цій стороні буде більша, для оцінювання тривалості роботи всієї установки розглянемо саме цей варіант. Для цього знайдемо максимальну кількість тварин K_v , доїння яких здійснюється одним доярем, за умови, що потоки тварин рівномірно розподілені між робочими місцями.

$$K_v = \begin{cases} \frac{K_T}{2}, \left\{ \frac{K_T}{2} \right\} = 0 \\ \frac{K_T + 1}{2}, \left\{ \frac{K_T}{2} \right\} \neq 0 \end{cases}, \quad (2.81)$$

де K_T – загальна кількість тварин в стаді.

Кількість групових доїнь по Z_D тварин визначається виразом

$$K_{GD} = \left[\frac{K_v}{Z_D} \right]. \quad (2.82)$$

Кількість тварин в останній групі, яка буде неповною якщо K_v не кратне Z_D , визначається виразом

$$K_{NGD} = Z_D \left\{ \frac{K_v}{Z_D} \right\}. \quad (2.83)$$

Тоді математичне очікування тривалості доїння стада з K_T тварин за допомогою доїльної установки типу «Паралель» або «Ялинка» з Z_D доїльних станків з однієї сторони при використанні доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння визначається виразом

$$M_{TDGC} = K_{GD} (M_{IN} + M_{OUT} + Z_D k_{PD} + t_S + t_{FND} + t_M + m_{DK} (l_{DK} + 1)) + M_{INO} + M_{OUTO} + K_{NGD} k_{PD} + t_S + t_{FND} + t_M + m_{DK} (l_{DK} + 1), \quad (2.84)$$

де M_{INO} , M_{OUTO} – відповідно математичне очікування часу входу та виходу останньої неповної групи тварин.

Дисперсія тривалості роботи групової установки у цьому випадку буде визначатися виразом

$$D_{TDGC} = K_{GD} (D_{IN} + D_{OUT} + 2Z_D k_{PD} + m_{DK}^2 (l_{DK} + 1)) + D_{INO} + D_{OUTO} + 2K_{NGD} k_{PD} + m_{DK}^2 (l_{DK} + 1), \quad (2.85)$$

де D_{INO} , D_{OUTO} – відповідно дисперсія часу входу та виходу останньої неповної групи тварин.

Математичне очікування тривалості доїння стада з K_T тварин за допомогою доїльної установки типу «Паралель» або «Ялинка» з Z_D доїльних станків з однієї сторони при використанні доїльних апаратів без функції керування процесом доїння визначається виразом

$$M_{TDGN} = K_{GD} (M_{IN} + M_{OUT} + Z_D k_{PD} + m_{DN} (l_{DN} + 1)) + M_{INO} + M_{OUTO} + K_{NGD} k_{PD} + m_{DN} (l_{DN} + 1) \quad (2.86)$$

Дисперсія тривалості роботи групової установки у цьому випадку

$$D_{TDGN} = K_{GD} (D_{IN} + D_{OUT} + 2Z_D k_{PD} + m_{DN}^2 (l_{DN} + 1)) + D_{INO} + D_{OUTO} + 2K_{NGD} k_{PD} + m_{DN}^2 (l_{DN} + 1). \quad (2.87)$$

Функцію розподілу тривалості машинного доїння на доїльних установках типу «Ялинка» та «Паралель» в усіх вищевказаних випадках можна вважати нормальною на підставі першої граничної теореми [38].

Експериментальні дослідження тривалості роботи групової доїльної

установки «Ялинка» проводилися в ДП «Артеміда», м. Калинівка, Калинівського району Вінницької області (Україна), досліджувана доїльна установка має структуру 2×8 (одна доїльна траншея, два дояри, вісім доїльних станків на кожного дояра). Доїльні станки обладнані БЗПД «Bigmilk» виробництва ТДВ «Брацлав», які забезпечують функцію керування процесом доїння. Досліджуване стадо складалося з 411 тварин, статистичні характеристики тривалості роботи установки визначалися за вибіркою з 650 спостережень.

2.4 Висновки до розділу

В даному розділі розглянуто запропонований метод статистичного оцінювання продуктивності доїльних процесів при використанні основних типів доїльних установок та різних способах утримання тварин, при різній кількості тварин, доярів, доїльних апаратів, та при використанні різних типів доїльних апаратів.

В результаті досліджень встановлено, що експериментальне математичне очікування тривалості роботи установки $M_{TDGC} = 17448$ с, а дисперсія $D_{TDGC} = 126520$ с².

Теоретичний розрахунок M_{TDGC} та D_{TDGC} проводився на основі таких параметрів: $M_{PD} = 28$ с, $D_{PD} = 56$ с², математичне очікування часу роботи з твариною при використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння $M_{CD} = 326$ с, дисперсія $D_{CD} = 3801$ с².

Статистичні характеристики тривалості входу та виходу тварин $M_{IN} = 96$ с, $M_{OUT} = 32$ с, $D_{IN} = 310$ с², $D_{OUT} = 92$ с², $M_{INO} = 24$ с, $M_{OUTO} = 8$ с, $D_{INO} = 76$ с², $D_{OUTO} = 24$ с², кількість доїльних станків на одного дояра $Z_D = 8$. В результаті теоретичного розрахунку $M_{TDGC} = 17677$ с, $D_{TDGC} = 127984$ с².

3 ДОСТОВІРНІСТЬ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ПРОДУКТИВНОСТІ РОБОТИ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК ТА ДОЯРІВ

3.1 Достовірність вимірювального контролю

Помилки вимірювального контролю та загальна імовірність прийняття помилкового рішення визначаються таким чином [62 - 65]. Помилка першого роду або «хибна тривога», є імовірністю того, що коли контрольований параметр відповідає нормі, результатом контролю буде інформація про те, що параметр не відповідає нормі. Помилка першого роду, у загальному вигляді, визначається за виразом

$$\alpha_K = \int_{-k_a \Delta_K}^{\Delta_K} \left(\int_{-\infty}^{\bar{X}_2 - y} p(y, \Delta) d\Delta + \int_{\bar{X}_1 - y}^{\infty} p(y, \Delta) d\Delta \right) dy, \quad (3.1)$$

де Δ – похибка вимірювання; y – центроване значення контрольованого параметра; $p(y, \Delta)$ – сумісна щільність імовірності центрованого значення контрольованого параметра y та похибки вимірювання Δ ; Δ_K – допустиме відхилення контрольованого параметра; k_a – коефіцієнт асиметрії полів допуску; \bar{X}_1 та \bar{X}_2 – параметри, які визначаються співвідношеннями

$$\bar{X}_1 = \Delta_K + \bar{c}_2'' - \bar{c}_1, \quad (3.2)$$

$$\bar{X}_2 = -k_a \Delta_K - \bar{c}_2' - \bar{c}_1, \quad (3.3)$$

де \bar{c}_1 – математичне очікування похибки вимірювання, систематична похибка; \bar{c}_2' , \bar{c}_2'' – контрольні прирости полів допуску відповідно за нижньою та верхньою межами допуску.

Центроване значення контрольованого параметра визначається за

виразом

$$y = y' - \bar{y}', \quad (3.4)$$

де y' – контрольований параметр; \bar{y}' – номінальне значення контрольованого параметра, його математичне очікування.

Сумісна двовимірна щільність імовірності двох безперервних випадкових величин за умови їх незалежності, у відповідності з [66], дорівнює добутку функцій розподілу окремих величин, що входять до системи, тобто

$$p(y, \Delta) = p(\Delta) \cdot p(y). \quad (3.5)$$

Помилка другого роду або «пропуск сигналу», є імовірністю того, що коли контрольований параметр не відповідає нормі, результатом вимірювального контролю буде інформація про те, що параметр відповідає нормі. Помилка другого роду, у загальному вигляді, визначається за виразом

$$\beta_K = \int_{-\infty}^{-k_a \Delta_K} \int_{\bar{X}_2 - y}^{\bar{X}_1 - y} p(y, \Delta) d\Delta dy + \int_{\Delta_K}^{\infty} \int_{\bar{X}_2 - y}^{\bar{X}_1 - y} p(y, \Delta) d\Delta dy. \quad (3.6)$$

Загальна імовірність прийняття помилкового рішення при вимірювальному контролі визначається виразом

$$P_0 = \alpha_K + \beta_K. \quad (3.7)$$

Тривалість роботи доїльної установки є важливим параметром ТПВКМ, який характеризує відповідність стада або групи тварин селекційним та зоотехнічним вимогам, також цей параметр характеризує якість виконання доярами своїх обов'язків [2, 67, 68]. Значення тривалості роботи будь-якої доїльної установки залежить від великої кількості факторів, до яких відноситься кваліфікація та відповідальність доярів, тип доїльної

установки та її структура, наявність та кількість тугодійних тварин, породні особливості тварин, величина разового удою, період доби, у який здійснюється доїння, інші фактори, серед яких неможливо виділити домінуючий. На основі результатів, отриманих у другому розділі, та першої граничної теореми [38], можна вважати, що розподіл центрованого значення тривалості роботи будь-якої доїльної установки є нормальним з нульовим математичним очікуванням

$$p(\check{T}_U) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\check{T}_U}} \exp\left(-\frac{\check{T}_U^2}{2\sigma_{\check{T}_U}^2}\right), \quad (3.8)$$

де \check{T}_U – центроване значення тривалості роботи доїльної установки; $\sigma_{\check{T}_U}$ – СКВ тривалості роботи доїльної установки.

Центроване значення тривалості роботи доїльної установки визначається за виразом

$$\check{T}_U = T_U - T_{U \text{ NOM}}, \quad (3.9)$$

де $T_{U \text{ NOM}}$ – номінальне значення тривалості роботи доїльної установки.

Номінальне значення тривалості роботи доїльної установки є математичним очікуванням цього параметра. Для стійлової доїльної установки номінальне значення тривалості роботи визначається за виразами (2.59) та (2.61), для групових доїльних установок – за виразами (2.73) та (2.75). Для будь-якої доїльної установки, за відсутності необхідних статистичних даних, приблизно визначити номінальне значення тривалості роботи можна за виразом

$$T_{U \text{ NOM}} = K_T \cdot P_U, \quad (3.10)$$

де P_U – значення номінальної продуктивності доїльної установки, яке вказується у технічній документації та визначає номінальну кількість тварин, яку можна видіти в одиницю часу.

Вимірювання тривалості роботи доїльної установки здійснюється при наявності ІВС КППВКМ за допомогою системного таймера сервера системи. Процес доїння на стійловій доїльній установці починається у момент початку підготовки до доїння першої тварини, закінчується цей процес у момент закінчення доїння останньої тварини. На групових доїльних установках процес доїння починається у момент початку входження першої групи тварин стада на сторону доїльної установки, закінчується цей процес у момент виходу з сторони установки останньої тварини стада.

Вищевказані моменти початку та закінчення роботи установок не синхронізовані з сервером ІВС КППВКМ, вони фіксуються оператором у ручному режимі, або програмним забезпеченням сервера в автоматичному режимі. Виходячи з цього, вимірювання часу роботи доїльних установок відбувається з відносно високою похибкою, яка залежить від великої кількості факторів, серед яких неможливо виділити домінуючий.

Таким чином, враховуючи першу граничну теорему [38], є підстави припустити, що розподіл похибки вимірювання тривалості роботи доїльної установки є нормальним з нульовим математичним очікуванням та визначається виразом

$$p(\Delta_{T_v}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{T_v}} \exp\left(-\frac{\Delta_{T_v}^2}{2\sigma_{T_v}^2}\right), \quad (3.11)$$

де Δ_{T_v} – абсолютна похибка вимірювання тривалості роботи доїльної установки; σ_{T_v} – СКВ абсолютної похибки вимірювання тривалості роботи доїльної установки.

Тривалість роботи доїльної установки та абсолютна похибка вимірювання тривалості роботи доїльної установки є некорельованими випадковими величинами.

Виходячи з цього, підставивши (3.11) та (3.8) в (3.5), отримуємо сумісну двовимірну функцію розподілу контрольованого параметра та похибки його вимірювання

$$p(\Delta_{T_U}, \tilde{T}_U) = \frac{1}{2\pi\sigma_{\tilde{T}_U}\sigma_{T_U}} \exp\left(-\frac{\Delta_{T_U}^2}{2\sigma_{T_U}^2} - \frac{\tilde{T}_U^2}{2\sigma_{\tilde{T}_U}^2}\right). \quad (3.12)$$

Підставивши (3.12) в (3.1) та (3.6) та прийнявши, що коефіцієнт асиметрії полів допуску дорівнює одиниці, а абсолютна систематична похибка вимірювання тривалості роботи установки та контрольні прирости меж допуску дорівнюють нулю, отримуємо вирази для визначення помилки першого та другого роду при вимірювальному контролі тривалості роботи доїльних установок

$$\alpha_{K T_U} = \frac{1}{2\pi\sigma_{\tilde{T}_U}\sigma_{T_U}} \int_{-\Delta_K}^{\Delta_K} \left(\int_{-\infty}^{-\Delta_K - \tilde{T}_U} \exp\left(-\frac{\Delta_{T_U}^2}{2\sigma_{T_U}^2} - \frac{\tilde{T}_U^2}{2\sigma_{\tilde{T}_U}^2}\right) d\Delta_{T_U} + \int_{\Delta_K - \tilde{T}_U}^{\infty} \exp\left(-\frac{\Delta_{T_U}^2}{2\sigma_{T_U}^2} - \frac{\tilde{T}_U^2}{2\sigma_{\tilde{T}_U}^2}\right) d\Delta_{T_U} \right) d\tilde{T}_U; \quad (3.13)$$

$$\beta_{K T_U} = \frac{1}{2\pi\sigma_{\tilde{T}_U}\sigma_{T_U}} \left(\int_{-\infty}^{-\Delta_K} \int_{-\Delta_K - \tilde{T}_U}^{\Delta_K - \tilde{T}_U} \exp\left(-\frac{\Delta_{T_U}^2}{2\sigma_{T_U}^2} - \frac{\tilde{T}_U^2}{2\sigma_{\tilde{T}_U}^2}\right) d\Delta_{T_U} d\tilde{T}_U + \int_{\Delta_K}^{\infty} \int_{-\Delta_K - \tilde{T}_U}^{\Delta_K - \tilde{T}_U} \exp\left(-\frac{\Delta_{T_U}^2}{2\sigma_{T_U}^2} - \frac{\tilde{T}_U^2}{2\sigma_{\tilde{T}_U}^2}\right) d\Delta_{T_U} d\tilde{T}_U \right), \quad (3.14)$$

Функція розподілу тривалості роботи будь-якої доїльної установки, як вказано вище, є нормальною. Для визначення допустимого відхилення тривалості роботи доїльних установок можна використати інтервал, значення якого дорівнює трьом СКВ, тобто, пропонується допустиме відхилення визначати за виразом

$$\Delta_K = 3\sqrt{D_U} = 3\sigma_{\tilde{T}_U}, \quad (3.15)$$

де D_U - дисперсія тривалості роботи доїльної установки.

На основі розглянутого у розділі 2 методу статистичного оцінювання, знайдемо співвідношення, які визначають допустиме відхилення тривалості роботи різних типів доїльних установок при використанні різних доїльних апаратів.

Вираз, який визначає допустиме відхилення тривалості роботи

стійлової доїльної установки при використанні доїльних апаратів без функції керування процесом доїння, отримуємо, підставивши (2.60) в (3.15)

$$\Delta_{K_{SN}} = 3 \cdot \sqrt{2R_S k_{PD} + \frac{N_S}{Z_S} m_{DN}^2 (l_{DN} + 1)}. \quad (3.16)$$

Підставивши (2.62) в (3.15), отримуємо вираз, що визначає допустиме відхилення тривалості роботи стійлової установки при використанні доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння

$$\Delta_{K_{SC}} = 3 \cdot \sqrt{2R_S k_{PD} + \frac{N_S}{Z_S} m_{DK}^2 (l_{DK} + 1)}. \quad (3.17)$$

Підставивши (2.76) в (3.15) отримуємо вираз для допустимого відхилення тривалості роботи групових доїльних установок типу «Паралель» та «Ялинка», при використанні доїльних апаратів без функції керування процесом доїння

$$\Delta_{K_{GN}} = 3 \cdot \sqrt{K_{GD} (D_{IN} + D_{OUT} + 2Z_D k_{PD} + m_{DN}^2 (l_{DN} + 1)) + D_{INO} + D_{OUTO} + 2K_{NGD} k_{PD} + m_{DN}^2 (l_{DN} + 1)}. \quad (3.18)$$

Підставивши (2.74) в (3.15), отримуємо вираз для допустимого відхилення тривалості роботи групових доїльних установок типу «Паралель» та «Ялинка», при використанні доїльних апаратів з функцією керування процесом доїння

$$\Delta_{K_{GC}} = 3 \cdot \sqrt{K_{GD} (D_{IN} + D_{OUT} + 2Z_D k_{PD} + m_{DK}^2 (l_{DK} + 1)) + D_{INO} + D_{OUTO} + 2K_{NGD} k_{PD} + m_{DK}^2 (l_{DK} + 1)}. \quad (3.19)$$

За наявності чисельного значення допустимого відхилення тривалості роботи доїльних установок, помилки першого і другого роду визначаються за виразами (3.13) та (3.14) для усіх типів установок за допомогою чисельних методів.

На стійлових доїльних установках дояри працюють паралельно, і відповідно, обслуговують приблизно однакову кількість тварин. Виходячи з цього, розглянутий у розділі 2.6 метод статистичного оцінювання продуктивності роботи вищевказаних доїльних установок може бути використаний для статистичного оцінювання тривалості роботи окремих доярів.

Відповідно, наведені у поточному розділі співвідношення (3.16) – (3.17) можуть бути використані для визначення допустимого відхилення тривалості роботи не тільки доїльних установок, а і окремих доярів. Слід відзначити, що дисперсія тривалості роботи доїльних установок, яка необхідна для визначення допустимого відхилення за виразом (3.15), також може бути розрахована за наявності відповідних експериментальних даних.

У додатку Б наведено лістинг програми розрахунку помилок першого і другого роду, та загальної імовірності прийняття помилкового рішення у пакеті прикладних програм Maple 17 [69]. Як наведено у розділі 2.6, у ДП «Артеміда», м. Калинівка, Калинівського району Вінницької області (Україна), проводилися експериментальні дослідження тривалості роботи групової доїльної установки «Ялинка», яка має структуру 2×8 (одна доїльна траншея, два дояри, кожен дояр обслуговує вісім доїльних станків). Доїльні станки цієї установки обладнані БЗПД «Bigmilk» виробництва ТДВ «Брацлав», які забезпечують функцію керування процесом доїння, досліджуване стадо складалося з 411 тварин. Для вищевказаної групової доїльної установки, в результаті теоретичного розрахунку за виразами (2.74) та (3.19), допустиме відхилення тривалості роботи складає $\Delta_{k_{GC}} = 1073$ с. На рис. 3.1 наведено графіки отриманих за допомогою вищевказаної програми залежностей помилок першого і другого роду, та загальної імовірності

прийняття помилкового рішення, від СКВ абсолютної похибки вимірювання тривалості роботи досліджуваної групової доільної установки.

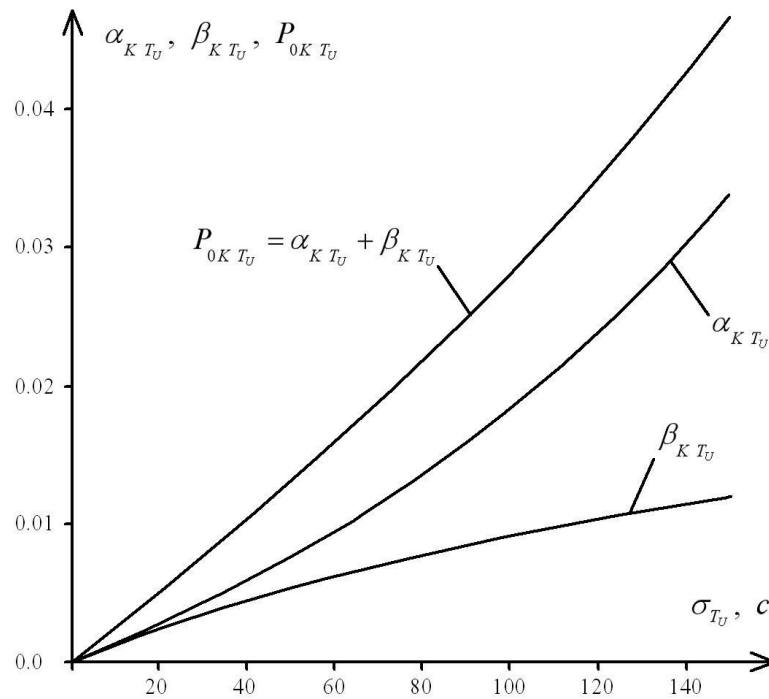


Рисунок 3.1 – Залежності помилок першого і другого роду, та загальної імовірності прийняття помилкового рішення, від СКВ абсолютної похибки вимірювання тривалості роботи групової доільної установки, при вимірному контролі цього параметра

3.2 Висновки до розділу

Як слідує з рис. 3.1, достовірність вимірального контролю тривалості роботи доільних установок відносно низька, її значення суттєво знижується із збільшенням СКВ абсолютної похибки вимірювання цього параметра. Низьке значення достовірності зумовлено тим, що у теперішній час не здійснюється високоточне вимірювання тривалості роботи доільних установок.

В реальних умовах, достовірність вимірального контролю вищевказаного параметра буде мати ще більш низьке значення, тому як його

границі допуску визначаються на основі статистичних характеристик випадкових величин.

Виходячи з цього, для збільшення достовірності вимірювального контролю тривалості роботи доїльних установок необхідне впровадження високоточних ЗВ цього параметра.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є підвищення достовірності вимірювального контролю параметрів ТПВКМ (технологічного процесу виробництва коров'ячого молока) за рахунок розробки нових та удосконалення існуючих методів та засобів вимірювального контролю. Необхідно удосконалити методи оцінювання та вимірювального контролю продуктивності роботи основних типів доїльних установок при використанні різних типів доїльних апаратів та різних способів ідентифікації тварин, який забезпечує більш високу достовірність вимірювального контролю у порівнянні з існуючими, та може бути використаний для оцінювання та вимірювального контролю продуктивності роботи окремих доярів. Для проведення технологічного аудиту було залучено 3-х незалежних експертів Вінницького національного технічного університету, кафедри метрології та промислової автоматики: Маньковська В.С., Кучерук В.Ю., Кулаков П.І. За допомогою табл. 4.1 за п'ятибальною шкалою використовуючи 12 критеріїв оцінки комерційного потенціалу розробки експерти надали свої оцінки.

Таблиця 4.1 – Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-терій	0	1	2	3	4
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку

Продовження табл. 4.1

3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкуренція немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витрачати значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Таблиця 4.2 – Рівні комерційного потенціалу розробки

Середньоарифметична сума балів СБ, розрахована на основі висновків експертів	Рівень комерційного потенціалу розробки
0-10	Низький
11-20	Нижче середнього
21-30	Середній
31-40	Вище середнього
41-48	Високий

В таблиці 4.3 наведено результати оцінювання експертами комерційного потенціалу розробки.

Таблиця 4.3 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Прізвище, ініціали, посада експерта		
	Маньковська В. С.	Кучерук В.Ю.	Кулаков П. І.
	Бали, виставлені експертами:		
1	2	2	3
2	3	2	2
3	4	4	3
4	4	3	2
5	2	2	4
6	3	2	3
7	4	1	2
8	1	3	4
9	3	4	4
10	2	4	2
11	1	3	2
12	4	3	4
Сума балів	СБ ₁ =33	СБ ₂ =33	СБ ₃ =35
Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$	$\overline{СБ} = \frac{\sum_1^3 СБ_i}{3} = \frac{33 + 33 + 35}{3} = 34$		

Середньоарифметична сума балів, розрахована на основі висновків експертів склала 34, що згідно таблиці 4.2 вважається, що рівень комерційного потенціалу розробки є вище середнього.

Новизна розробки полягає в тому, що в даній роботі отримали розвиток

методи вимірювального контролю продуктивності роботи основних типів доїльних установок, у яких, на відміну від існуючих, використано експериментально отримані диференційні функції розподілу загального часу роботи з тваринами при різних способах їх утримання, різних варіантах їх ідентифікації, використанні різних типів доїльних апаратів, та враховано встановлений в результаті проведених досліджень функціональний зв'язок між кількістю тварин, кількістю доїльних апаратів, типом доїльного апарата, статистичними характеристиками тривалості роботи доїльних установок, тривалості підготовки тварини, тривалості видоювання тварини, що дозволило підвищити достовірність вимірювального контролю продуктивності роботи основних типів доїльних установок з метою підвищення ефективності функціонування доїльно-молочних відділень ферм.

4.2 Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи

1. Основна заробітна плата – винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці. Вона встановлюється у вигляді тарифних ставок (окладів) і відрядних розцінок для робітників та посадових окладів для службовців. Стаття «Основна заробітна плата робітників» містить витрати на виплату основної заробітної плати робітникам, зайнятим виробництвом продукції.

Основна заробітна плата кожного із розробників (дослідників) Z розраховується за формулою:

$$Z = \frac{M}{T_p} \cdot t, [\text{грн.}] \quad (4.1)$$

де M – місячний посадовий оклад конкретного розробника.

T_p – число робочих днів, $T_p = 22$;

t – число днів роботи розробника.

Розрахунки основної заробітної плати зведемо в таблицю 4.4:

Таблиця 4.4 – Розрахунок основної заробітної плати розробників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн.	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн.
Керівник	9600	436.4	5	2182
Консультант	5500	250.0	28	7000
Всього				9182

2. До статті «Додаткова заробітна плата» відносяться витрати на виплату виробничому персоналу підприємства додаткової заробітної плати за працю понад установлені норми, заохочувальні виплати за поточну виробничу діяльність, компенсаційні виплати тощо. Звичайно, ці витрати встановлюються у відсотках до основної заробітної плати на підставі відповідних розрахунків на підприємстві:

$$Z_d = 11\% \cdot Z_\Sigma, \quad (4.2)$$

$$Z_d = 11\% \cdot (9182) = 1010(\text{грн}).$$

3. Витрати на соціальні заходи виникають внаслідок здійснення обов'язкової сплати єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування. Відрахування на соціальні заходи здійснюється від суми всіх витрат на оплату праці робітників, зайнятих безпосередньо виробництвом продукції:

$$B_{cz} = (Z_\Sigma + Z_d) \cdot \frac{\beta}{100\%}, \quad (4.3)$$

де β – ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування, %.

З 1.01.2016 року ставка єдиного внеску на загальнообов'язкове державне соціальне страхування встановлена залежно від класу професійного ризику виробництва і для бюджетної сфери $v=22,0\%$.

$$B_{сз} = (9182 + 1010) \cdot \frac{22,0\%}{100\%} = 2242,2 \text{ (грн.)}$$

4. У спрощеному вигляді амортизаційні відрахування у загальному можуть бути розраховані за формулою:

$$A = \frac{Ц \cdot T}{T_{кор} \cdot 12} \text{ [грн]}, \quad (4.4)$$

де Ц – балансова вартість даного виду обладнання (приміщень), грн.;

$T_{кор}$ – час користування;

T – термін використання обладнання (приміщень), цілі місяці.

Згідно пункту 137.3.3 Податкового кодекса амортизація нараховується на основні засоби вартістю понад 2500 грн.

Всі проведені розрахунки амортизаційних відрахувань заносимо в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок амортизаційних відрахувань

Найменування обладнання, приміщень	Балансова вартість, грн.	$t_{кор}$ (р)	Термін використання міс.	Величина амортизаційних відрахувань, грн.
1. Комп'ютер	12000	2	2	500
2. Принтер	3500	2	2	145,83
Всього				645,83

5. Норма витрат матеріалу – це плановий показник, який визначає максимально допустимі затрати відповідних ресурсів на виробництво одиниці продукції в умовах певного рівня техніки і організації виробництва.

Витрати на матеріали M , що були використані під час виконання даного етапу роботи, розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_1^n H_i \cdot C_i \cdot K_i - \sum_1^n B_i \cdot C_b \quad \text{грн.}, \quad (4.5)$$

- де H_i – витрати матеріалу i -го найменування, кг;
 C_i – вартість матеріалу i -го найменування, грн./кг.;
 K_i – коефіцієнт транспортних витрат, $K_i = (1, 1 \dots 1, 15)$;
 B_i – маса відходів матеріалу i -го найменування, кг;
 C_b – ціна відходів матеріалу i -го найменування, грн/кг;
 n – кількість видів матеріалів.

Інформацію про використані матеріали подамо у вигляді табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Матеріали, що використані на розробку

Найменування матеріалу	Ціна за одиницю, грн.	Витрачено	Вартість витраченого матеріалу, грн
Бумага	95	1	95
Ручка	15	1	15
Флешка	120	1	120
Тонер	400	0.05	20
Всього			250
З врахуванням коефіцієнта транспортування			275

6. До статті «Паливо та енергія на технологічні цілі» відносяться витрати на всі види палива й енергії, що безпосередньо використовуються у процесі виробництва продукції. У даному випадку будемо враховувати лише витрати на електроенергію. Витрати на енергію визначаються на основі витрат на одиницю продукції та тарифів на енергію за допомогою залежності:

$$V_e = V \cdot P \cdot \Phi \cdot K_n, \quad (4.6)$$

де B – вартість 1 кВт енергії, грн. $B = 8,44$ грн/кВт*год;

Π – установлена потужність обладнання, кВт.

При паянні використовується паяльник потужність $\Pi = 500$ Вт або $\Pi = 0,5$ кВт;

Φ – фактична кількість годин роботи обладнання, год. $\Phi = 130$ год;

K_{Π} – коефіцієнт використання потужності, $K_{\Pi} = 0,65$.

$$B_e = 8,44 \cdot 0,5 \cdot 130 \cdot 0,65 = 356,59 \text{ (грн).}$$

7. Інші витрати B_{in} охоплюють: витрати на управління організацією, оплата службових відряджень, витрати на утримання, ремонт та експлуатацію основних засобів, витрати на опалення, освітлення, водопостачання, охорону праці тощо.

Інші витрати B_{in} можна прийняти як (100...300)% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які виконували дану МКНР, тобто:

$$B_{in} = (1..3) \cdot (3 + 3_p). \quad (4.7)$$

$$B_{in} = 1 \cdot (9182) = 9182 \text{ (грн.)}$$

Сума всіх попередніх статей витрат дає витрати, які безпосередньо стосуються даного розділу МКНР

$$B = 9182 + 1010 + 2242,2 + 645,83 + 275 + 356,59 + 9182 = 22893,3 \text{ грн.}$$

Загальна вартість всієї МКНР визначається за формулою:

$$B_{\text{заг}} = \frac{B}{\alpha} \quad (4.8)$$

$$B_{\text{заг}} = \frac{22893,3}{1} = 22893,3 \text{ (грн.)}$$

Прогнозування загальних втрат ЗВ на виконання та впровадження результатів виконаної МКНР здійснюється за формулою:

$$ЗВ = \frac{B}{\beta}, \quad (4.9)$$

де β – коефіцієнт, який характеризує стадію виконання даної НДР.

Оскільки, робота знаходиться на стадії розробки дослідного зразка, то коефіцієнт $\beta = 0,9$.

Звідси:

$$ЗВ = \frac{22893,3}{0,9} = 25437 \text{ (грн.)}$$

4.3 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

У даному підрозділі кількісно спрогнозуємо, яку вигоду, зиск можна отримати у майбутньому від впровадження результатів виконаної наукової роботи. Розрахуємо збільшення чистого прибутку підприємства $\Delta\Pi_i$, для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки, за формулою

$$\Delta\Pi_i = \sum_1^n (\Delta C_o \cdot N + C_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot \left(1 - \frac{\nu}{100}\right) \quad (4.10)$$

де ΔC_o – покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році.

N – основний кількісний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

ΔN – покращення основного кількісного показника діяльності підприємства від впровадження результатів розробки:

Цо – основний оціночний показник, який визначає діяльність підприємства у даному році після впровадження результатів наукової розробки;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки:

l – коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. Ставка податку на додану вартість дорівнює 20%, а коефіцієнт $l = 0,8333$.

p – коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту. $p = 0,25$;

x – ставка податку на прибуток. У 2019 році – 18%.

Планується, що після запровадження нашої методики зросте продуктивність роботи доярів, а це збільшить кількість готового молока. Що зможе збільшити вартість молока на 5 грн. В середньому в рік виробляється близько 300000 літрів молока. Середня вартість 1 літру молока становить 24 грн.

Припустимо, що при впровадженні результатів нової методики покращується якість, що дозволяє підвищити ціну його реалізації на 5 грн. Кількість одиниць реалізованої продукції також збільшиться: протягом першого року на 1800 л., протягом другого року – на 1900 л., протягом третього року на 2000 л. Реалізація продукції до впровадження розробки складала 300000 літрів, а її ціна 26 грн. Розрахуємо прибуток, яке отримає підприємство протягом трьох років.

$$\Delta \Pi_1 = [5 \cdot 300000 + (26 + 5) \cdot 1800] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 265772 \text{ (грн.)}$$

$$\Delta \Pi_2 = [5 \cdot 300000 + (26 + 5) \cdot (1800 + 1900)] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 1519594 \text{ (грн.)}$$

$$\Delta \Pi_3 = [5 \cdot 300000 + (26 + 5) \cdot (1800 + 1900 + 2000)] \cdot 0,833 \cdot 0,25 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 1530185 \text{ (грн.)}$$

4.4 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Розрахуємо основні показники, які визначають доцільність фінансування наукової розробки певним інвестором, є абсолютна і відносна ефективність вкладених інвестицій та термін їх окупності. Теперішню вартість інвестицій PV , що вкладаються в наукову розробку приймемо рівну загальним витратам $PV = 3B = 25437$ грн.

Розрахуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій E_{abc} згідно наступної формули:

$$E_{abc} = (ПП - PV) \quad (4.11)$$

де $ПП$ – приведена вартість всіх чистих прибутків, що їх отримає підприємство від реалізації результатів наукової розробки, грн;

$$ПП = \sum_1^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^t}, \quad (4.12)$$

де $\Delta\Pi_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої НДЦКР, грн;

T – період часу, протягом якою виявляються результати впровадженої НДЦКР, роки;

τ – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні; для України цей показник знаходиться на рівні 0,2;
 t – період часу (в роках).

$$ПП = \frac{265772}{(1+0,2)^1} + \frac{1519594}{(1+0,2)^2} + \frac{1530185}{(1+0,2)^3} = 2166392,49 \text{ (грн.)} .$$

$$E_{abc} = (2166392,49 - 25437) = 2140955,5 \text{ (грн.)} .$$

Оскільки $E_{abc} > 0$ то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів НДДКР може бути доцільним.

Розрахуємо відносну (щорічну) ефективність вкладених в наукову розробку інвестицій E_g . Для цього користуються формулою:

$$E_g = T_{жс} \sqrt[3]{1 + \frac{E_{abc}}{PV}} - 1, \quad (4.13)$$

$T_{жс}$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

$$E_g = 3 \sqrt[3]{1 + \frac{2140955,5}{25437}} - 1 = 3,4 = 340\% .$$

Визначимо мінімальну ставку дисконтування, яка у загальному вигляді визначається за формулою:

$$\tau = d + f, \quad (4.14)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2018 році в Україні $d = (0,14 \dots 0,2)$;

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина $f = (0,05 \dots 0,1)$.

$$\tau_{\min} = 0,18 + 0,05 = 0,23 .$$

Так як $E_g > \tau_{\min}$ то інвестор може бути зацікавлений у фінансуванні даної наукової розробки.

Розрахуємо термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій за формулою:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_6} \quad (4.15)$$

$$T_{ок} = \frac{1}{3,4} = 0,29 \text{ (роки)}$$

Так як $T_{ок} \leq 3...5$ -ти років, то фінансування даної наукової розробки в принципі є доцільним.

4.5 Висновки до економічного розділу

В даному розділі було оцінено економічний потенціал розробки методу вимірювального контролю продуктивності доїльних установок, який виявився на вище середньому рівні.

Прогнозування витрат на виконання науково-дослідної роботи по кожній з статей витрат складе 22893,3 грн. Загальна ж величина витрат на виконання та впровадження результатів даної НДР буде складати 25437 грн.

Вкладені інвестиції в даний проект окупляться через 0,29 роки при прогнозованому прибутку 2166392,49 грн. за три роки.

ВИСНОВКИ

В першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи проведено аналіз особливостей функціонування технологічного процесу виробництва коров'ячого молока, здійснено аналіз параметрів технологічного процесу виробництва коров'ячого молока та особливостей їх контролю.

У другому розділі отримали розвиток методи вимірювального контролю тривалості роботи основних типів доїльних установок, у яких, на відміну від існуючих, використано експериментально отримані диференційні функції розподілу загального часу роботи з тваринами при різних способах їх утримання, різних варіантах їх ідентифікації, використанні різних типів доїльних апаратів, та враховано встановлений в результаті проведених досліджень функціональний зв'язок між кількістю тварин, кількістю доїльних апаратів, типом доїльного апарата, статистичними характеристиками тривалості роботи доїльних установок, тривалості підготовки тварини, тривалості видоювання тварини, що дозволило підвищити достовірність вимірювального контролю тривалості роботи основних типів доїльних установок з метою підвищення ефективності функціонування доїльно-молочних відділень ферм.

В третьому розділі отримані залежності помилок першого і другого роду, та загальної імовірності прийняття помилкового рішення, від СКВ абсолютної похибки вимірювання тривалості роботи досліджуваної групової доїльної установки.

В економічному розділі було оцінено економічний потенціал розробки методу вимірювального контролю продуктивності доїльних установок, який виявився на вище середньому рівні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Луценко М. М. Розробка зоотехнологічних основ функціонування біотехнічних систем доїння і напрямків їх удосконалення : дис. ... докт. с.-г. наук / М. М. Луценко. – Український Державний центр по випробуванню та прогнозуванню техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва. – Дослідницьке, 1993. – 299 с.
2. Цой, Ю. А. Процессы и оборудование доильно-молочных отделений животноводческих ферм / Ю. А. Цой. – М. : ГНУ ВИЭСХ, 2010. – 424 с.
3. Куликов, Л. В. Физиологические основы доения коров / Л. В. Куликов. – М. : Россельхозиздат, 1969. – 80 с.
4. Ревенко, І. І. Машиновикористання у тваринництві: підруч. для студ. аграрних вузів III-IV рівнів акредитації із спец. "Механізація сільського господарства" / І. І. Ревенко [та ін] ; ред. І. І. Ревенко. – К. : Урожай, 1999. – 207 с.
5. Фененко, А. І. Механізація доїння корів. Теорія і практика. / А. І. Фененко –К. : ННЦ «ІАЕ», 2008. – 198 с.
6. Луценко, М. М. Перспективні технології виробництва молока : монографія / М. М. Луценко, В. В. Іванишин, В. І. Смоляр . – К. : Видавничий центр «Академія», 2006. – 192 с.
7. Уиттлстоун, В. Г. Принципы машинного доения / В. Г. Уиттлстоун. – М. : Колос, 1964. – 196 с.
8. BS ISO 5707 : 2007. Milking machine installations. Construction and performance. – 30 March 2007. – BSI. – 60 p.
9. Технологии и оборудование для животноводства ВАТ "Брацлав" / Рекламний проспект. – 2010. – 27 с.
10. ПАТ «Брацлав» / ПАТ «Брацлав». – Режим доступу : <http://bratslav.com>.
11. DeLaval / Tetra Laval Group. – Режим доступу : www.delaval.com.
12. DeLaval. Системы доения для развития ферм. Увеличивая

производительность. Рекламный проспект. / Tetra Laval Group. – 2014. – 23 с.

13. GEA Group / GEA Westfalia Separator Group – Режим доступа : www.westfalia-separator.com.

14. GEA Group / GEA Farm Technologies – Режим доступа : www.gea-farmtechnologies.com.

15. Система управления DairyManagementSystem 21. Информационный помощник с новой системой управления воспроизводством. Рекламный проспект / GEA Group. – 2013. – 15 с.

16. Продукты и системы для производства молока с повышенной эффективностью. Рекламный проспект. / GEA Group. – 2013. – 27 с.

17. GEA Group / WestfaliaSurge – Режим доступа : www.westfalia.com.

18. Dairyplan C21. Успішне управління стадом в ХХІ столітті. Рекламний проспект / GEA Group. – 2013. – 15 с.

19. Impulsa AG / Impulsa AG. – Режим доступа : www.impulsa-ag.de.

20. Afimilk / Afimilk – Режим доступа : www.afimilk.com.

21. S.A.E. Afikim. Компьютеризованные системы управления молочной фермой. Рекламный проспект. / Afimilk. – 2013. – 6 с.

22. S.C.R. / S.C.R. – Режим доступа : www.scrdairy.com.

23. S.C.R. Precise dairy farming. Рекламный проспект. / S.C.R. – 2014. – 30 с.

24. Фемакс. Каталог оборудования для молочных ферм. Рекламный проспект. / Фемакс. – 2010. – 27 с.

25. НПП "Фемакс" / НПП "Фемакс" – Режим доступа : <http://viesh.ru/oborudovanie-dlya-molochnih-ferm/>

26. Boumatic / Boumatic – Режим доступа : www.boumatic.com.

27. Boumatic. Системы Xpressway Parallel Stall Systems. Когда вы используете лучшее. Рекламный проспект. / Boumatic. – 2012. – 6 с.

28. Boumatic. SmartDairy. Технология для получения качественного молока. Рекламный проспект. / Boumatic. – 2013. – 12 с.

29. Panazoo / Panazoo Italiana Srl. – Режим доступа : www.panazoo.it.

30. Panazoo. Products Guide 2014 Automation in Milking Systems. Рекламний проспект. / Panazoo Italiana Srl. – 2014. – 102 с.
31. Sac / Aktieselskabet S.A.Christensen & Co – Режим доступу : www.sacmilking.com.
32. Lely / Lely Holding S.a.r.l. – Режим доступу : www.lely.com.
33. Де Монмоллен, Н. Системы «человек-машина» / Н. Де Монмоллен. – М. : Мир, 1973. – 256 с.
34. Тесленко, И. И. Расчет и технологический анализ этапов организации процессов доения / И. И. Тесленко, И. И. Тесленко // Вестник Всероссийского научно–исследовательского института механизации животноводства Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 2 (6). – С. 93–97.
35. DeMax и DemaTron. Универсал и ассистент для доильного зала. Рекламний проспект. / GEA Group. – 2013. – 11 с.
36. Кулаков, П. І. Статистичні моделі тривалості машинного доїння / П. І. Кулаков, Т. В. Гнесь // Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи). – Черкаси, 2015. – С. 301 – 302.
37. Кучерук, В.Ю. Статистичні моделі тривалості машинного доїння / В.Ю. Кучерук, Є.А. Паламарчук, П.І. Кулаков, Т.В. Гнесь // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 1, № 3 (67). – С. 4-7.
38. Тихонов, В. И. Статистическая радиотехника / В. И. Тихонов. – М. : Радио и связь, 1982. – 624 с.
39. Дмитрів, В. Т. Основи теорії машиновикористання у тваринництві / В. Т. Дмитрів. – Львів, 2008. – 260 с.
40. Berry, D. P. Factors associated with milking characteristics in dairy cows / D. P. Berry, B. Coughlan, B. Enright [et al] // Journal of Dairy Science. – 2013. – V. 96, № 9. – P. 5943–5953.
41. Edwards, J. P. Analysis of milking characteristics in New Zealand dairy cows / J. P. Edwards, J. G. Jago, N. Lopez-Villalobos // Journal of Dairy Science. – 2014. – V. 97, № 1. – P. 259–269.

42. Билибин, Е. Б. Методические рекомендации по технологическому расчету конвейерных доильных установок молочных ферм промышленного типа / Е. Б. Билибин. – М. : ВИЭСХ, 1977. – 32 с.

43. Викторова, И. Н. Расчет некоторых параметров конвейерных доильных установок / И. Н. Викторова, Е. Н. Палецков // Механизация и электрификации социалистического сельского хозяйства. – 1974. – № 4. – С. 19-21.

44. Билибин, Е. Б. Методические рекомендации по технологическому расчету доильных установок «Елочка» молочных ферм промышленного типа / Е. Б. Билибин. – М. : ВИЭСХ, 1978. – 32 с.

45. Гельштейн, З. И. Уточненный расчет производительности доильных установок / З. И. Гельштейн, А. Я. Вилцанс, А. Р. Лауре, М. Я. Лусис // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1973. – № 10. – С. 18-23.

46. Мкртумян, В. С. Применение теории вероятности для расчета доильных установок / В. С. Мкртумян, Н. А. Петухов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1967. – № 1. – С. 33-36.

47. Крашаков, И. С. Производительность доильных установок «Карусель» / И. С. Крашаков // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1973. – № 10. – С. 24-28.

48. Королев, В. Ф. Доильные машины / В. Ф. Королев. – М. : Машиностроение, 1969. – 280 с.

49. Закс, Л. М. Статистическое оценивание / Л. М. Закс. – М. : Статистика, 1976. – 107 с.

50. Хан, Г. М. Статистические модели в инженерных задачах / Г. М. Хан, С. В. Шапиро. – М. : Мир, 1969. – 396 с.

51. Справочник по теории вероятностей и математической статистике : справочник / В. С. Королюк, Н. И. Портенко, А. В. Скороход, А. Ф. Турбин. – М. : Наука, 1985. – 640 с.

52. Новицкий, П. В. Оценка погрешностей результатов измерений: произв. изд. / П. В. Новицкий, И. А. Зограф. – Л. : Энергоатомиздат, 1991. – 304 с.
53. Кучерук, В. Ю. Статистична модель тривалості машинного доїння на стійловій доїльній установці / В. Ю. Кучерук, Є. А. Паламарчук, П. І. Кулаков, Т. В. Гнесь // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 2/4 (68). – С. 31-77.
54. Кулаков, П. І. Статистична модель тривалості машинного доїння на стійловій доїльній установці / П. І. Кулаков, Т. В. Гнесь // Technical Using of Measurement – 2015. – Славське, 2015. – С. 29-31.
55. Цой, Ю. А. Молочные линии животноводческих ферм и комплексов / Ю. А. Цой. – М. : Колос, 1982. – 222 с.
56. Кук, Г.А. Процессы и аппараты молочной промышленности / Г. А. Кук. – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 768 с.
57. Славин, Р. М. Научные основы автоматизации производства в животноводстве и птицеводстве / Р. М. Славин. – М. : Колос, 1974. – 464 с.
58. Мельников, С. В. Эксплуатация технологического оборудования животноводческих ферм и комплексов / С. В. Мельников, П. М. Рощин, – М.: Колос, 1980. – 288 с.
59. Карташов, Л. П. Машинное доение коров / Л. П. Карташов / – М. : Колос, 1982. – 302 с.
60. Schön, H. Automatische Melksysteme (AMS) / Schön, H. / Institut für Landtechnik TUM, 1997. – 197 с.
61. Кучерук, В. Ю. Статистичні моделі тривалості машинного доїння на групових доїльних установках / В. Ю. Кучерук, Є. А. Паламарчук, П. І. Кулаков // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 4, № 4 (70). – С. 13-17.
62. Дунаев, Б. Б. Точность измерений при контроле качества / Б. Б. Дунаев. – К. : Техніка, 1981. – 152 с.
63. Кузьмин, И. В. Основы теории информации и кодирования / И. В.

Кузьмин, В. А. Кедрус. – К. : «Вища школа», 1977. – 280 с.

64. Кошечая, Л. А. Обеспечение единства испытаний. Концептуальные основы. / Л. А. Кошечая. – К.: НАУ–друк, 2009. – 176 с.

65. Мартинюк В. В. Методи і засоби вимірювання та контролю електрохімічних конденсаторів у стаціонарному та нестаціонарному режимах / В. В. Мартинюк. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – 153 с.

66. Вентцель, Е. С. Теория вероятностей и ее инженерные применения / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М. : Наука, 1988. – 480 с.

67. Кулаков П. І. Елементи теорії вимірювального контролю параметрів біотехнічної системи доїння / П. І. Кулаков. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 220 с.

68. Кулаков П. І. Вимірювальний контроль тривалості роботи стійлової доїльної установки / П. І. Кулаков, О. Л. Бігдай // Матеріали п'ятої науково-практичної конференції «Методи та засоби неруйнівного контролю промислового обладнання». – Івано-Франківськ, 2015, С. 111

69. Дьяконов В. П. Математическая система Maple V R3/R4/R5 / В. П. Дьяконов – М. : «Солон», 1998. – 400 с.

ДОДАТКИ