

# **Методи вимірювального контролю продуктивності доїльних установок**

ст. групи ІЯП-18 м Король Т.В.

Науковий керівник: к.т.н., доцент Маньковська В.С.

### *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.

### *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.

**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.

# Особливості функціонування технологічного процесу виробництва коров'ячого молока

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. 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.

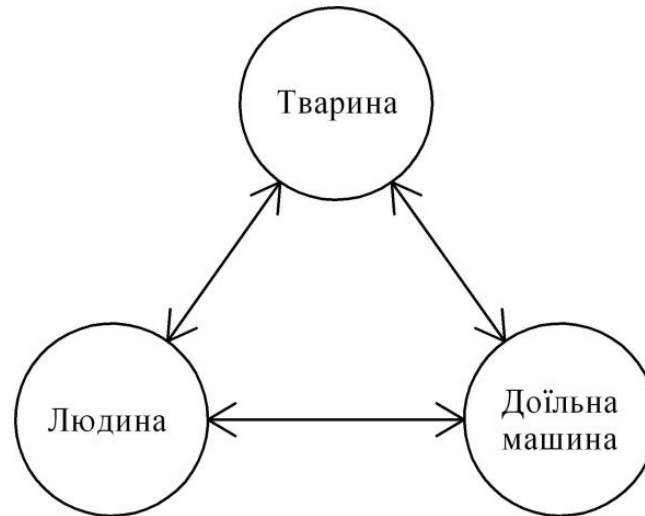


Рисунок 1 – Схема взаємодії складових елементів ТПВКМ

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-вимірjuвальних систем параметрів технологічного процесу виробництва молока (ІВС ПТПВКМ), які, як правило, є складовою частиною САУТФ.

Використання САУТФ забезпечує ефективне управління стадом та тваринницькою фермою в цілому. Невід'ємною складовою сучасних САУТФ є ЗВ та контролю параметрів різноманітних технологічних процесів, які є складовою частиною процесу виробництва молока. Серед таких засобів особливо важливу роль відіграють інформаційно-вимірювальні системи (ІВС).

Якість забезпечення взаємозв'язку між складовими елементами ТПВКМ, в значній мірі залежить від метрологічних характеристик інформаційно-вимірювальних систем параметрів технологічного процесу виробництва молока (ІВС ТПВКМ), які є складовою частиною САУТФ. Виходячи з цього, подальший розвиток теорії таких систем, покращення їх метрологічних та інших технічних характеристик, є важливим та актуальним завданням.



# МЕТОДИ ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ПРОДУКТИВНОСТІ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК

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.

# Метод статистичного оцінювання продуктивності процесу машинного доїння

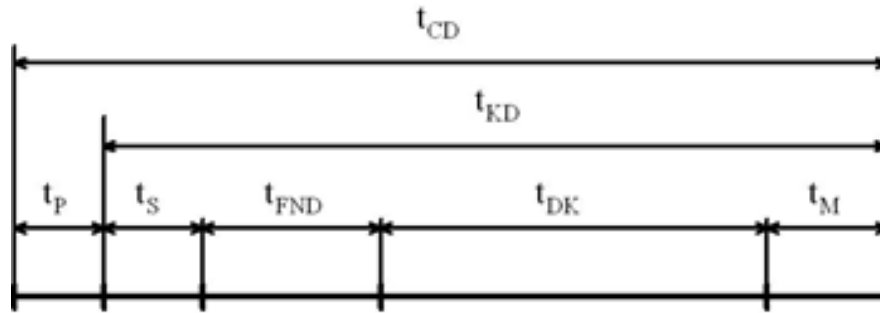


Рисунок 1 – Циклограма типового алгоритму роботи з доїльним апаратом, який має функцію керування процесом доїння

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

$$t_{ND} = t_P + t_{DN} \cdot$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{ND}},$$

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

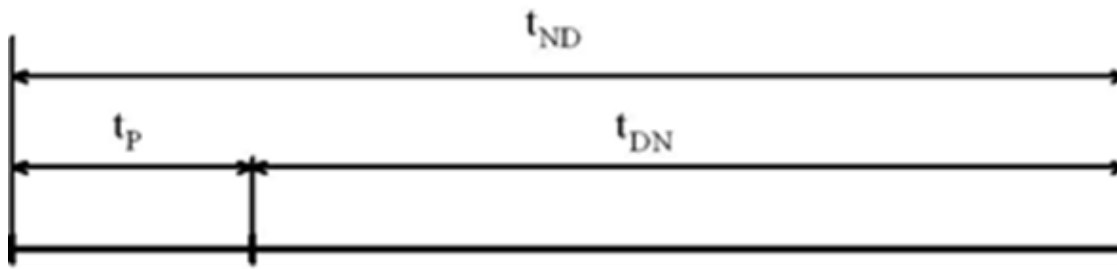


Рисунок 2 – Циклограма типового алгоритму роботи з доїльним апаратом **без функції керування** процесом доїння

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

$$t_{CD} = t_P + t_{KD} = t_P + t_S + t_{FND} + t_{DK} + t_M \cdot$$

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{CD}},$$

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

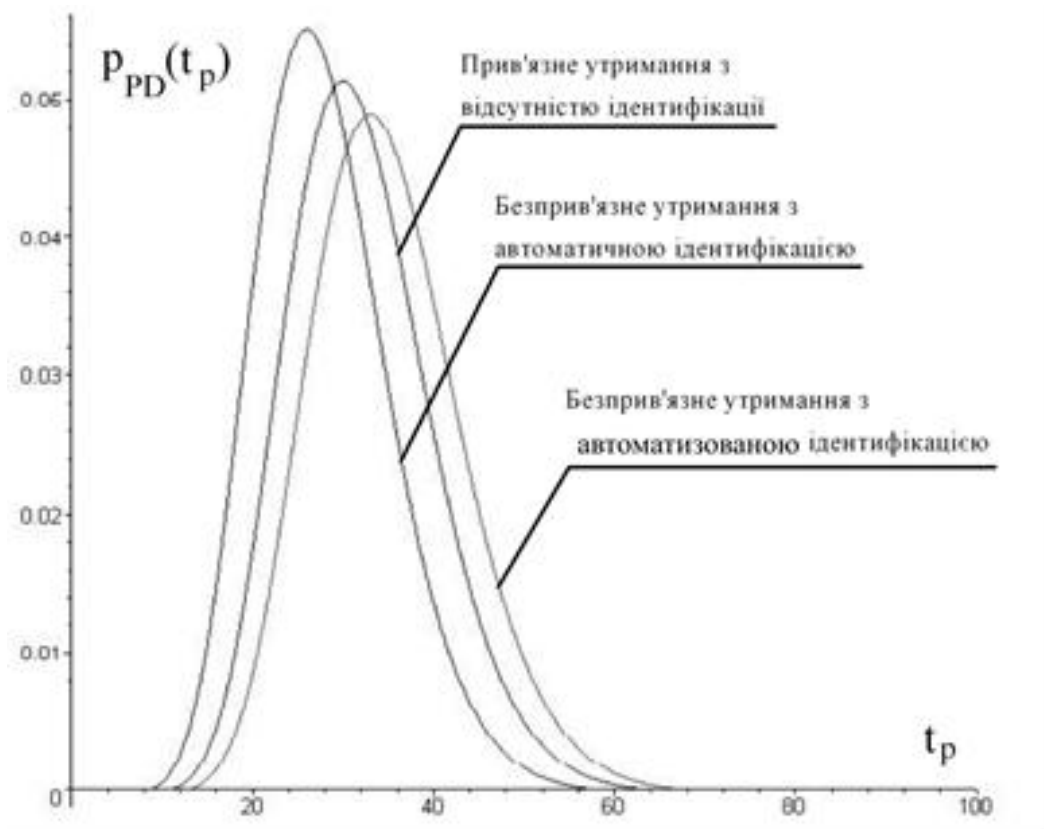


Рисунок 3 – Функції розподілу часу підготовки тварини при різних способах утримання та різних варіантах ідентифікації тварин

Як слідує з рис. 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.

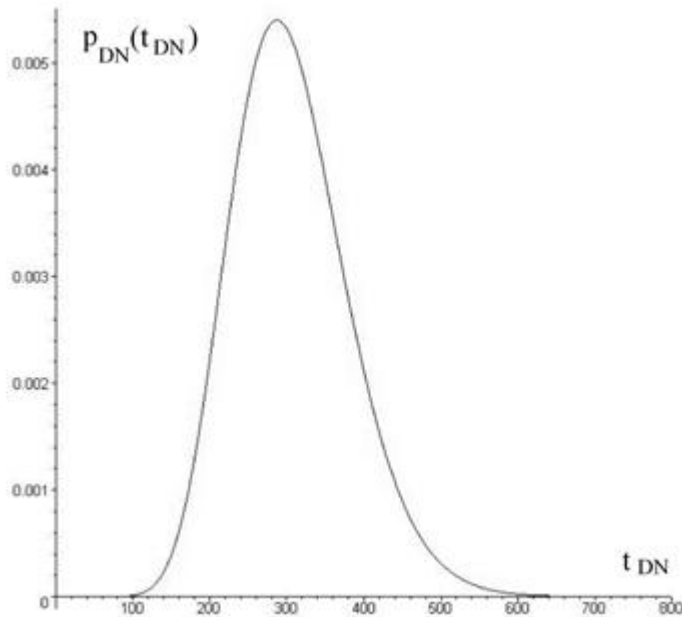


Рисунок 4 – Функція розподілу часу некерованого доїння з доїльним апаратом без функції керування процесом доїння при прив'язному утриманні тварин

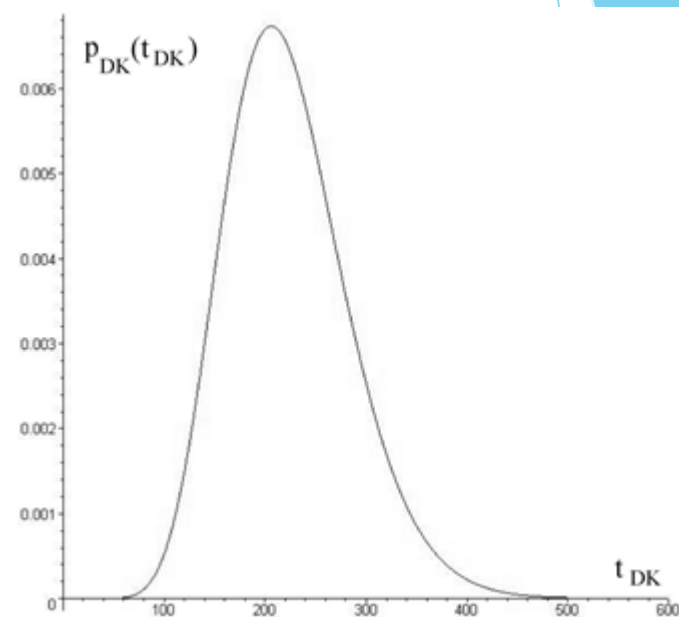


Рисунок 5 – Функція розподілу часу фази керованого доїння при використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння при безприв'язному утриманні тварин

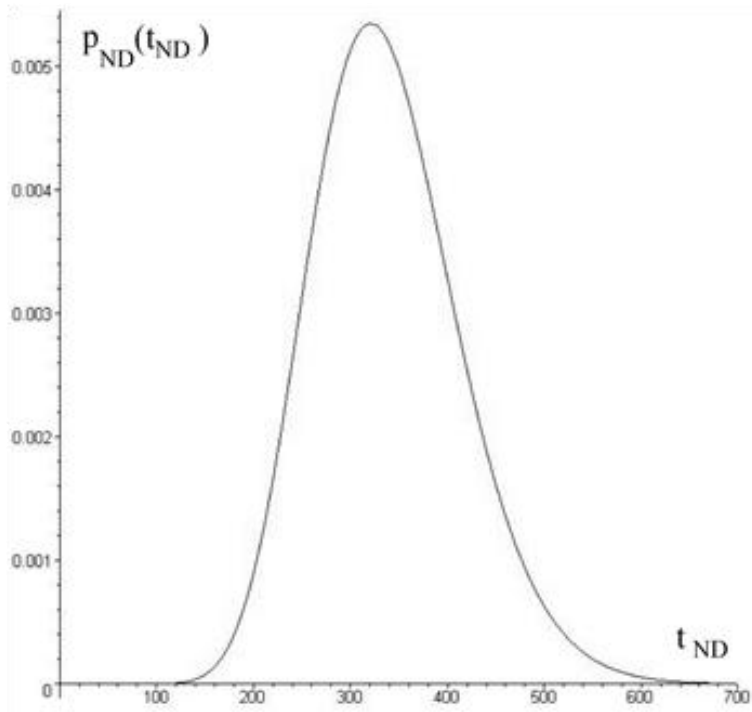


Рисунок 6 – Функція розподілу загального часу роботи з твариною при прив'язному утриманні та доїльним апаратом без функції керування процесом доїння

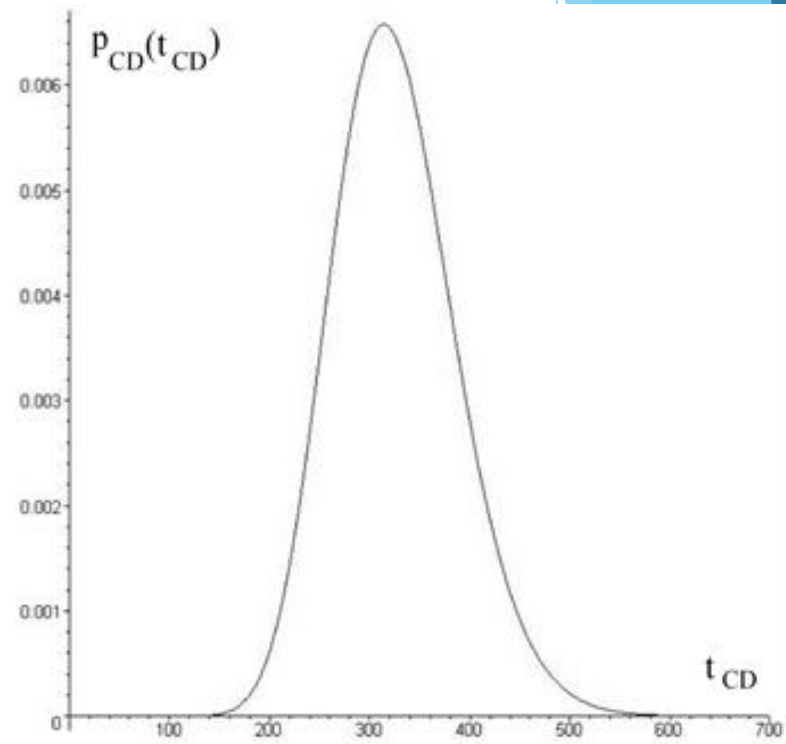


Рисунок 7 – Функція розподілу загального часу роботи з твариною при безприв'язному утриманні з автоматичною ідентифікацією та доїльним апаратом з функцією керування процесом доїння

# Метод статистичного оцінювання продуктивності роботи стійлової доїльної установки

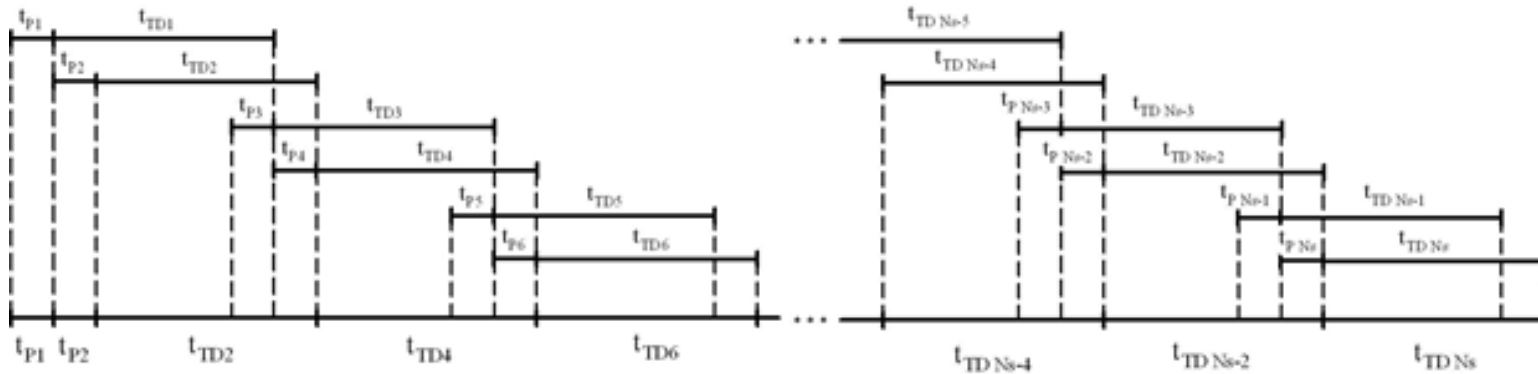


Рисунок 8 – Циклограма роботи стійлової доїльної установки при використанні двох доїльних апаратів

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

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

Продуктивність:

$$P = \frac{N}{t_{DS}},$$

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

# Метод статистичного оцінювання продуктивності роботи групових доільних установок

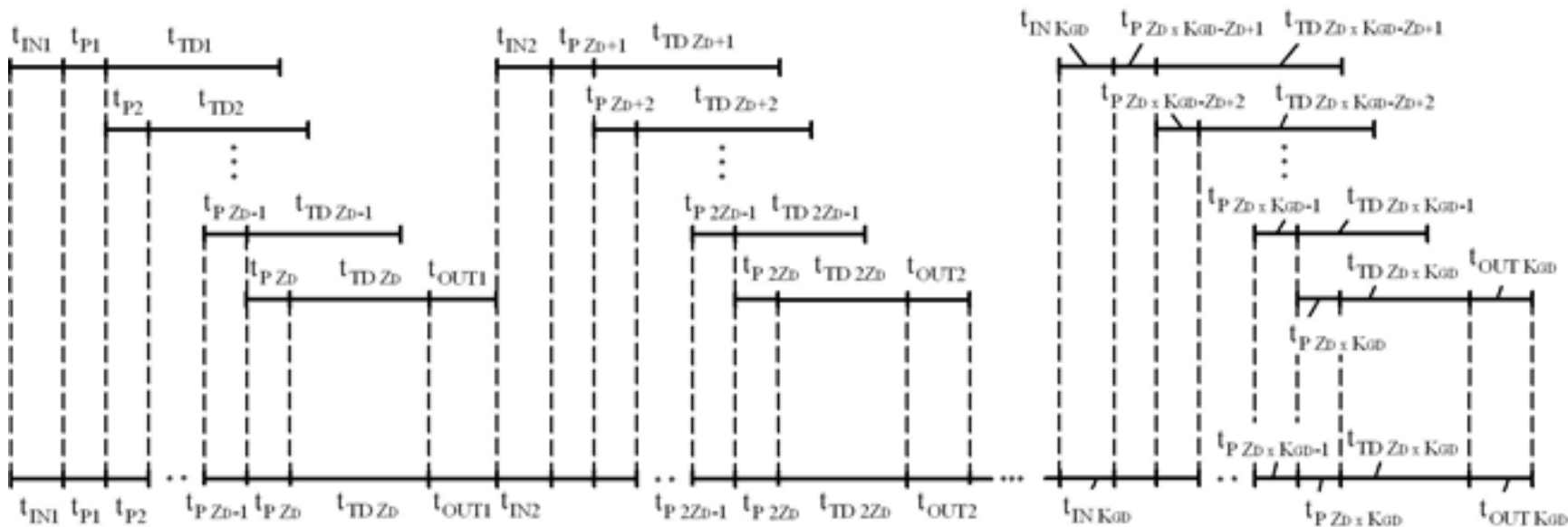


Рисунок 9 – Циклограма роботи групових доільних установок «Ялинка» та «Паралель»



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  $D_{TDGC} = 126520$  с<sup>2</sup>.

Теоретичний розрахунок  $M_{TDGC}$  та  $D_{TDGC}$  проводився на основі таких параметрів:  $M_{PD} = 28$  с,  $D_{PD} = 56$  с<sup>2</sup>, математичне очікування часу роботи з твариною при використанні доїльного апарата з функцією керування процесом доїння  $M_{CD} = 326$  с, дисперсія  $D_{CD} = 3801$  с<sup>2</sup>.

Статистичні характеристики тривалості входу та виходу тварин  $M_{IN} = 96$  с,  $M_{OUT} = 32$  с,  $D_{IN} = 310$  с<sup>2</sup>,  $D_{OUT} = 92$  с<sup>2</sup>,  $M_{INO} = 24$  с,  $M_{OUTO} = 8$  с,  $D_{INO} = 76$  с<sup>2</sup>,  $D_{OUTO} = 24$  с<sup>2</sup>, кількість доїльних станків на одного дояра  $Z_D = 8$ . В результаті теоретичного розрахунку  $M_{TDGC} = 17677$  с,  $D_{TDGC} = 127984$  с<sup>2</sup>.

# Висновки

У магістерській кваліфікаційній роботі 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.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!