

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва,  
стандартизації та біотехнології

Кафедра технології виробництва продукції тваринництва

## **МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ТВАРИННИЦТВІ**

### ***МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ***

до самостійного роботи  
для здобувачів ступеня вищої освіти «Магістр»  
освітньої спеціальності 204 «ТВППТ»  
денної та заочної форми навчання

УДК 636: 004.942

М74

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету ТВПШТСБ Миколаївського національного аграрного університету від 17.09.2020 р., протокол № 2.

**Автор:**

**Р. О. Трибрат** – канд. с.-г. наук, доцент кафедри технології виробництва продукції тваринництва Миколаївського національного аграрного університету

**Рецензенти:**

**С. П. Кот** – доцент, канд. біол. наук, завідувач кафедри зоогієни та ветеринарії Миколаївського національного аграрного університету

**С. М. Галімов** – доцент, канд. с.-г. наук, директор СГПП «Техмет-Юг» Вітовського району Миколаївської області

**ЗМІСТ**

Загальні положення	4
Основи моделювання технологічних процесів	5
1.1. Поняття про технологію виробництва продукції тваринництва (на прикладі галузі молочного скотарства)	5
1.2. Поетапне моделювання	
1.2.1. Ескізне моделювання технологічного процесу	10
1.2.2. Робоче моделювання технологічного процесу	18
1.2.3. Поопераційне моделювання технологічного процесу	24
1.3. Технологічна документація технологічного процесу	28
1.4. Організація управління технологічним процесом	31
Моделювання селекційних процесів	
Модель визначення ефективності селекції у молочному скотарстві	37
Питання для контролю знань з питань, які виносяться на самостійне вивчення	45
Список рекомендованої літератури	46

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

В останні десятиріччя в Україні, у тому числі в аграрному секторі, відмічається перебудова управління і організації виробничо-господарської діяльності, яка називається реінжиниринг, оскільки вони побудовані на сучасній інформаційній та технологічній основі. Розвивається концепція внутрішніх ринків регіонів та корпорацій, а це веде до більш масштабного використання принципів ринкового господарства в діяльності самих організацій і господарств. Інтегральні процеси в управлінні сприяли народженню різноманітних форм горизонтального об'єднання організацій та результативнішому використанню інвестиційних і фінансових ресурсів.

Успіх вирішення проблем впровадження нових технологій у тваринництві значною мірою залежить від уміння володіти методами моделювання (проектування), організації й управління технологічними процесами виробництва кожного окремо взятого продукту.

Інженер-технолог сьогодні повинен бути не тільки спеціалістом, що володіє знаннями лише способу виробництва продуктів тваринництва, а й бути інженером процесу, тобто спеціалістом по науковій його організації. Тому сьогодні і на перспективу без оволодіння методами моделювання технологічного процесу не можна організовувати високорентабельне виробництво і керувати ним.

Мистецтво моделювання полягає в тому, щоб глибоко вивчити і зрозуміти природу явища, зуміти відобразити її в математичній кількісній формі і при цьому зберегти основні риси явища і відкинути несуттєві. Тому предметом вивчення курсу є кількісні характеристики явищ і процесів, які протікають в агропромисловому виробництві, вивчення їх взаємозв'язків, факторіальної залежності за умови розвитку виробничих систем.

В даній методичній розробці наведено матеріали, які згідно робочої навчальної програми винесено на самостійне вивчення.

## **ОСНОВИ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ**

### **1.1. Поняття про технологію виробництва продукції тваринництва (на прикладі галузі молочного скотарства)**

Найважливішою ознакою розвитку тваринництва на сучасному етапі є науково-технічна революція, з якою пов'язане технічне переозброєння всіх галузей матеріального виробництва. Індустріальні методи виробництва повинні вирішувати не тільки техніко-економічні, а й важливі соціальні проблеми, і, насамперед, перетворення сільськогосподарської праці в різноманітність індустріальної. При цьому повинна відбутися перебудова економічних відносин сільського господарства з промисловістю, сферою обслуговування і торгівлею. Однією із важливих тенденцій сучасності є горизонтальна та вертикальна інтеграції виробництва, створення промислових і агропромислових об'єднань, комбінатів, агрофірм, що поєднують в одному підприємстві виробництво, переробку й реалізацію сільськогосподарської продукції.

У зв'язку з цим індустріалізація скотарства - це, насамперед, впровадження прогресивних технологій, які здатні забезпечити підвищення продуктивності праці при одночасному збільшенні виробництва, його економічних показників і поліпшення якості продукції. А тому переведення скотарства на інтенсивну, промислову основу повинно відбуватися шляхом переходу від застосування окремих засобів механізації чи автоматизації до розвинених технологічно і технічно взаємопов'язаних комплексів машин, оптимальних систем утримання, годівлі і експлуатації тварин, об'єднаних у певну технологію.

Досить часто ми вживаємо термін „технологія виробництва”, не завжди чітко усвідомлюючи його зміст. А тому під технологією в широкому аспекті цього поняття слід розуміти сукупність методів обробки, виготовлення, зміни стану, властивостей, форми сировини, матеріалів або напівфабрикату, що

відбуваються в процесі виробництва продукції. Завдання технології полягає в тому, щоб розділити процес виробництва на його складові частини і створити умови для найбільш раціональних комбінацій робочої сили, предметів праці (худоба, корми) і знарядь праці (машини, обладнання) при виробництві молока або м'яса.

Предметом вивчення технології є технологічний процес — процес постійного (серійного) виробництва продукції за раніше розробленим способом з усіма його елементами - засобами виробництва, працею і затратами часу, а також економікою виробництва.

Отже, в основі будь-якої технології лежить технологічний процес, який характеризується перебігом різних, що змінюють одна одну, робочих операцій, які необхідні для досягнення мети роботи, при виконанні пов'язані одна з одною, взаємодіють і впливають одна на одну. Якщо окремі операції відбуваються одночасно, незалежно одна від одної і при цьому в нормальних умовах гарантується вільний перебіг робочого процесу, то мова йде про робочий ланцюг.

Основою будь-якого технологічного процесу є спосіб виробництва, який характеризує технічну організацію виробництва заданої продукції в певних конкретних умовах. Він установлює періоди виробництва, кількість і послідовність технологічних операцій, їх параметри та режими.

Результатом способу виробництва є продукт, який відповідає меті виробництва і якісним показникам незалежно від його кількості. Так, завершенням способу виробництва у скотарстві може бути вирощений і відгодований молодняк, вирощені й оцінені за показниками продуктивності і придатності до умов промислового використання первістки, профільтроване і охолоджене до певної температури молоко.

На відміну від способу виробництва, завдання якого вичерпується якісними показниками одержаного продукту, характерною особливістю технологічного процесу є забезпечення одержання продукту відповідної якості і заданої кількості.

У скотарстві можливе запровадження трьох типів технологічних процесів: вирощування ремонтного поголів'я; виробництво молока; вирощування й відгодівля худоби. А тому всі підготовчі роботи, пов'язані з одержанням кінцевої продукції, не є самостійними технологічними процесами. Вони є лише частиною загального процесу- або ж робочими операціями.

Робоча, або технологічна операція, як складова частина процесу,— це цілеспрямована зміна фізичних, хімічних, фізіологічних і біологічних якостей предмета. Так, доїння і приготування кормів, годівля, первинна обробка молока безпосередньо на фермі, аналіз, зберігання і транспортування є операціями технологічного процесу виробництва молока. Проте, залежно від кінцевої мети виробництва, виду продукції, навіть одна операція може перетворитися в процес. Так, приготування кормів на комбікормовому заводі, чи переробка молока на молокозаводі є окремими технологічними процесами.

Всі робочі операції поділяються на два види: щоденні (регулярні) і циклічні (нерегулярні). Так, годівля, напування тварин, прибирання приміщень, приготування кормів до згодовування і деякі інші — це щоденні операції.

Циклічними називаються такі операції, які повторюються періодично і забезпечують нормальне функціонування всього процесу протягом одного виробничого циклу. Це, наприклад, ветеринарно-профілактичні обробки тварин, постановка і зняття тварин з відгодівлі, бонітування, проведення контрольного доїння та деякі ін.

Практично кожна із операцій не може бути виконана без цілого ряду підготовчих або заключних робіт, які в цілому мають одну мету— сприяти виконанню основної операції. Тому в технології розрізняють операції основні, результатом виконання яких є поетапна якісна зміна предмета праці, і допоміжні, сукупність дії яких спрямована на цю якісну зміну продукту. Так, у процесі виробництва молока операція доїння є основною операцією, а не процесом, як її характеризують у багатьох літературних джерелах. А тому прив'язування тварин або розміщення їх у доїльному станку, підмивання вим'я, втирання, масаж, здоювання перших цівок молока, одягання доїльних

стаканів, заключний масаж вим'я, машинне додоювання, знімання доїльних стаканів, обробка дійок антисептичними емульсіями, відв'язування тварин або відгін їх у нагромаджувач чи секцію для відпочинку — все це допоміжні операції. Групу допоміжних операцій, які передують основній, називають підготовчими, а групу операцій, що завершують виконання основної — заключними.

Технологія за своїм характером методична наука, яка вказує не лише шляхи і способи доцільного взаємного пристосування живих організмів до технічних засобів, а й насамперед розробляє комплекс організаційних заходів, які перетворюють окремі операції по виробничій експлуатації тварин у злагоджений процес, що піддається комплексній механізації і автоматизації. Технологія виробництва продукції скотарства, як і будь-яка технологія, ґрунтується на науках, що вивчають спосіб і засоби виробництва і має безпосереднє відношення до цілого комплексу наук: біологічних (зоотехнія, ветеринарна медицина, зоогігієна); технічних (механізація, електрифікація, автоматизація, архітектура і будівництво); наукова організація праці (управління, психологія, гігієна праці і техніка безпеки); економіка. А тому зрозуміло, що без глибоких і всебічних знань самого способу виробництва неможливе не лише його вдосконалення, а навіть елементарна організація. Ось чому зоотехнія, зоогігієна і ветеринарна медицина є фундаментом науки технології виробництва продуктів скотарства, без якого неможливе її самостійне існування.

Уже сьогодні біологічні, технічні й економічні науки створюють необхідну технологічну, технічну і організаційну основу для розвитку, удосконалення і впровадження вискоєфективних технологій промислового типу, які значно підвищують використання потенціальних можливостей тварин, знижують затрати праці, витрати енергетичних і матеріальних ресурсів на виробництво одиниці продукції, скорочують чисельність зайнятих працівників. Все це сприяє створенню біотехнічних систем (БТС), систем нового типу, в яких органічно поєднуються тварини як засоби виробництва, тваринницькі приміщення, техніка і робоча сила в єдиному технологічному процесі.



Характерними особливостями біотехнічних систем є: органічне поєднання досконалої системи машин, високопродуктивних тварин і автоматизації виробництва; забезпечення технологічної безперервності й ритмічності виробничого процесу; здатність технологічних процесів досить гнучко пристосовуватися до мінливих біологічних вимог тварин і природно-виробничих умов; збільшення або зменшення масштабів та інтенсифікації виробництва продукції; приведення експлуатаційно-технологічних характеристик у відповідність із зростаючим рівнем інтенсифікації, підвищення енергетичної й економічної ефективності, пристосованості до прогресивних найбільш прийнятних у конкретних умовах, організаційних форм; зростання значення факторів взаємної адаптації тварин і техніки, контролю й управління технологічними процесами.

Отже, успіх вирішення проблем впровадження нових технологій у скотарстві значною мірою залежить від вміння володіти методами моделювання (проектування), організації й управління технологічними процесами виробництва кожного окремо взятого продукту. Але для цього необхідно, насамперед, знати їх фізичну, хімічну та біологічну суть, мати математичну модель, а також володіти методами розрахунку й оптимізації окремих елементів процесу.

Інженер-технолог чи технолог-дослідник сьогодні повинен бути не тільки спеціалістом, що володіє знаннями лише способу виробництва продуктів скотарства, а й бути інженером процесу, тобто спеціалістом по науковій його організації. Таке положення спеціаліста зумовлено тим, що проектування технологічного процесу при виробництві продукції скотарства взагалі не практикується, а під цим терміном найчастіше розуміють планування основних показників виробництва і на практиці, в кращому випадку, обмежуються розробкою організаційно господарського плану. Крім того, моделювання технологічного процесу ускладнюється відсутністю багатьох норм і сучасних його методів, а ідеї по механізації і автоматизації, що закладаються при будівництві або реконструкції ферм, не оформляються у відповідну

технологічну документацію і не передаються зооінженеру для управління виробництвом. Тому сьогодні і на перспективу без оволодіння методами моделювання технологічного процесу не можна організовувати високорентабельне виробництво і керувати ним. Світовий досвід показує, що все моделювання технологічного процесу проводиться в три етапи - ескізне, робоче і поопераційне. Кількість етапів моделювання визначається об'ємами виробництва, складністю процесу, необхідністю горизонтальної чи вертикальної інтеграції. Проектуючи технологічні процеси для невеликих за об'ємом вироблюваної продукції ферм чи господарств, можна обмежуватися тільки робочим і поопераційним моделюванням.

## **1.2. Поетапне моделювання**

### **1.2.1. Ескізне моделювання технологічного процесу**

Будь-який спосіб виробництва у тваринництві і в скотарстві у тому числі зумовлюється організацією таких його елементів або систем: відтворення тварин; кормовиробництво й годівля худоби; утримання худоби та організація мікроклімату у виробничих приміщеннях; виробнича експлуатація тварин; зоогігієнічний і ветеринарний захист худоби; первинна обробка, переробка та зберігання виробленої продукції.

Різні характеристики зазначених елементів і різне їх поєднання дають велику кількість варіантів вирішення принципової технологічної схеми процесу.

Технологічна схема процесу складається з вихідних принципових позицій і основних характеристик способу і засобів виробництва, які закладаються в технологічний процес з урахуванням його економіки, організації та управління. Так, наявність тільки трьох можливих варіантів кожного елементу технологічної схеми процесу для конкретної ферми може дати  $729 (3^6)$  варіантів його вирішення, а п'яти— $15\,625 (5^6)$  рішень. Але в результаті вибору способу виробництва повинен бути прийнятий тільки один варіант кожного із його

елементів. Ось чому до детальних розрахунків процесу необхідно його промодельовувати з метою вибору оптимального варіанту вирішення складових елементів технологічної схеми і організаційних режимів, а також засобів механізації, виробничих приміщень, споруд та системи управління.

Така попередня розробка технологічної схеми і організаційних режимів процесу дає можливість зробити економіко-математичний пошук оптимальних варіантів способу виробництва для заданого об'єму ферми і розрахунок техніко-економічних показників процесу. В результаті такої роботи розробляються кілька варіантів щодо організації способу виробництва, і кожний з них повинен мати свої переваги технологічного або економічного характеру.

Цей етап попереднього моделювання з метою відшукати оптимальні рішення окремих складових елементів технологічного процесу в загальному плані називається ескізним (фран. *esquisse*) проектуванням процесу. Воно розпочинається після визначення обсягів виробництва заданого виду продукції, що визначається державним замовленням або споживчою кон'юнктурою.

Отже, вибір оптимальної технологічної схеми, яка знаходиться у повній відповідності з обсягами виробництва і забезпечує найвищі його показники при найнижчій собівартості одержуваної продукції, таке головне завдання (ескізного етапу) моделювання технологічного процесу. Якщо розглянути це завдання з позицій математики, то математичне формулювання цільової функції економіко-математичного завдання буде таке: знайти оптимальну технологічну схему (оптимальне значення перемінних), в якій функція мети набула б максимального значення, забезпечуючи при цьому виробництво заданого обсягу продукції. Таким чином, пошуки оптимальних рішень зводяться до визначення міри впливу окремих елементів схеми на кінцевий результат виробництва.

Так, вибираючи спосіб відтворення тварин для процесу (метод розведення, краще поєднання порід при промисловому схрещуванні, спосіб розмноження при заданому обсязі виробництва) необхідно враховувати питому вагу виробничих витрат, що йдуть на операції по відтворенню худоби

(закупівля і утримання вихідних порід для схрещування чи сперми і апаратури, або на придбання уже вирощених тварин з метою їх наступної виробничої експлуатації).

При виборі системи кормовиробництва і годівлі худоби насамперед розраховують вартість кормів при виробництві їх у себе або купівлі в інших господарствах, а також враховують зоотехнічні вимоги до якості вироблюваної продукції. В результаті визначають функціональну залежність показників собівартості продукції і типу годівлі при виробництві кормів у себе чи закупівлі в інших господарствах і з'ясовують мінімальне значення функції. На основі такого аналізу рішення по кормовиробництву можуть бути прийняті різні - повне або часткове виробництво кормів у своєму господарстві, повна або часткова їх переробка і навіть таке, що процес може будуватися на кормах, які виробляють в іншому господарстві.

На даний елемент способу виробництва значною мірою впливає величина концентрації поголів'я, яка, як правило, призводить до вертикальної інтеграції, тобто об'єднання виробництва і кормових джерел в одному підприємстві, що забезпечує незалежність і надійність його роботи.

Вибір системи утримання тварин і організація мікроклімату виробничих приміщень, насамперед, зумовлені видом і якістю продукції, яку виробляють. Крім того, слід враховувати тип годівлі, загальні особливості розміщення ферми і обсяги виробництва.

Система виробничої експлуатації і ветеринарний захист тварин повинні знаходитися у повній відповідності з обсягами виробництва і видом продукції, яку одержують. Так, якщо в звичайних умовах бичків з відгодівлі знімають вибірково, у міру досягнення ними запланованої живої маси, то при впровадженні технологічного процесу така практика просто недопустима. Це зупинить потік всього виробництва, оскільки на місце відгодованих і зданих тварин повинна бути поставлена така сама група для відгодівлі. Крім того, це порушить ритм ветеринарних обробок, які обов'язково проводять перед тим, як поставити нову групу тварин.

Важливе значення, особливо при великих обсягах виробництва, має вирішення питань первинної обробки, переробки й зберігання одержуваної продукції, що справедливо спонукає до об'єднання різних за характером виробництв, тобто до їх вертикальної інтеграції. Отже, на етапі ескізного моделювання всі зазначені елементи технологічної схеми процесу повинні бути визначені й обґрунтовані з позиції оптимальності.

Моделюючи технологічний процес, дуже важливо правильно визначити його організаційні режими, тобто встановити сукупність виробничих і часових параметрів процесу. Організаційні режими процесу в скотарстві, як і в промисловості, характеризуються трьома основними параметрами - виробничим циклом, ритмом процесу і фронтом робіт.

Встановити організаційні режими для процесу означає визначити кількісні характеристики вказаних параметрів, а також найбільш оптимальне їх поєднання для заданого обсягу виробництва і виду одержуваної продукції.

Виробничий цикл процесу, який характеризується часом, необхідним для виконання заданого обсягу робіт, і забезпечує одержання готової продукції потрібної якості, ґрунтується на трьох основних елементах технологічної схеми процесу: системі відтворення, виробничій експлуатації тварин і системі первинної обробки, переробки та зберігання готової продукції. Тобто, із прийнятої технологічної схеми процесу буде зрозуміло, яким періодом виробничого циклу буде займатися ферма - повним, закінченим чи частиною його, яка буде система відтворення тварин - власне відтворення чи одержання вирощеного поголів'я з інших господарств і на якій стадії готовності буде реалізовуватися продукція - сировина, напівфабрикат чи продукт, придатний для вживання.

Так, для процесу вирощування перевірених за продуктивністю первісток при умові постановки теличок на вирощування в 20-ден-ному віці, запліднення у 18-місячному і оцінка за продуктивністю протягом 90 днів, тривалість виробничого циклу становитиме близько 900 днів. Якщо реалізувати нетелей 5-7-місячної тільності, то тривалість виробничого циклу скоротиться до 750-690

днів.

Тривалість виробничого циклу визначають у тактах за спеціально розробленими графіками - циклограмами.

Враховуючи біологічні особливості великої рогатої худоби і тривалість виробничого циклу, планують частоту повторення циклів протягом року або так звану циклічність виробництва.

Другим і найважливішим показником безперервно-потокової системи виробництва є ритм процесу. Під цим поняттям розуміють обсяг готової продукції, виробленої за одиницю часу.

Залежно від величини ритму підбирають необхідне обладнання й машини, будують виробничі приміщення, ритмом зумовлюється робота кожного цеху, він є мірилом продуктивності ферми в такті - часовій його характеристиці. Величина ритму процесу може зумовлюватися виробничою програмою ферми, потужністю переробних цехів або іншими факторами. Так, ритм роботи молочної ферми може виражатися кількістю: виробленого за такт молока, народжених телят, отелених корів, кількістю корів, яких осіме-нили. Якщо ритм технологічного процесу виражають кількістю корів, що отелилися (зумовлений характером роботи цеху отелення), то його визначають за формулою:

$$365 \cdot r$$

де  $r$  - ритм цеху отелення, голів;  $O_p$  - кількість запланованих отелень за рік; 365 - кількість днів року.

Такт процесу - це вісь, навколо якої обертається весь технологічний процес, і тому найбільш важливим і складним у встановленні організаційних режимів процесу є визначення такту процесу.

Такт роботи ферми і кожного її цеху величина постійна, кратна тривалості перебування тварин у кожному цеху. Фронт робіт характеризується чисельністю тварин у технологічній групі або кількістю технологічних груп відповідного виробничого призначення, від яких одержують продукцію протягом одного такту. При визначенні величини фронту робіт виходять із по-

казників виробничої програми ферми, циклічності процесу, продуктивності тварин та їх кількості у виробничій групі.

Кількість технологічних груп повинна бути кратна тривалості всіх періодів виробничого циклу. Визначенням фронту робіт технологічного процесу і закінчуються розрахунки організаційних режимів процесу.

Визначившись із способом виробництва, переходять до вибору засобів виробництва, тобто приймають рішення про механізацію, електрифікацію та автоматизацію як окремих операцій і технологічних ліній, так і всього процесу в цілому. При цьому слід пам'ятати, що вибір засобів виробництва в скотарстві ще не означає вибору засобів механізації і автоматизації, оскільки технологу необхідно забезпечити засобами виробництва весь процес і насамперед найбільш енерго- і трудомісткі операції з метою підвищення продуктивності праці і зниження собівартості продукції. А тому на етапі ескізного моделювання завдання полягає в тому, щоб до вибору комплекту машин для процесу і визначення їх кількості, вирішити питання про необхідність механізації і електрифікації тієї чи іншої операції, технологічної лінії та всього процесу в цілому. При цьому рішення може бути позитивним тільки у випадку, коли сума витрат на амортизацію засобів механізації і автоматизації, а також експлуатаційні витрати, пов'язані із їх впровадженням, не перевищують фонду заробітної плати робітників, що вивільняються в результаті автоматизації і механізації. Отже, механізувати насамперед слід ту операцію (лінію), яка дасть найбільший порівняно з іншими економічний ефект.

Таким чином, на даному етапі відбувається елементарний розрахунок моделі оптимальної механізації процесу, користуючись якою можна провести добір існуючих машин і механізмів або створювати нові засоби механізації, не боячись неефективності прийнятого рішення.

Індустріалізація скотарства, на нашу думку, повинна відбуватися як шляхом механізації існуючих ферм, які дуже різняться між собою за обсягами виробництва і призначенням, так і шляхом створення комплектів машин і механізмів для тваринницьких ферм із заданим об'ємом виробництва (модулів).

Типорозміри таких ферм, з урахуванням зональних особливостей і рівня виробництва кормів, можна визначати при допомозі економіко-математичних методів. Це значно спростить як створення системи машин і обладнання, так і будівництво, управління, кадрове забезпечення. Дана тенденція добре спрацювала у галузі птахівництва, що дало можливість не тільки збільшити обсяги виробництва, а й значно поліпшити економічні показники.

Найбільш перспективною у скотарстві сьогодні і на майбутнє вважається потоково-цехова система виробництва. Вона передбачає періодичне переміщення тварин по цехах (секціях) ферми, в яких відбувається поступове якісне їх перетворення. А тому для організації керованого потокового процесу кожену робочу групу тварин розміщують в окремому приміщенні або секції приміщення. При цьому таке приміщення (секція) повинно бути суворо спеціалізованим за мікрокліматом і технологічним обладнанням з тим, щоб всі необхідні операції виконувалися в ньому із найменшими витратами матеріальних і людських ресурсів. Ось чому об'ємно-планувальне вирішення споруд і вибір обладнання для них на основі технологічних посилок є одним із важливих етапів ескізного моделювання технологічного процесу. Розрахунок потреби виробничої площі по цехах, оптимальне вирішення питань мікроклімату у них, ув'язка всіх приміщень ферми в один виробничий комплекс - одне із головних завдань технолога, яке він повинен розв'язати, використовуючи об'єктивні методи як при експлуатації вже існуючих споруд, так і при реконструкції чи будівництві нових. При цьому коло питань, які необхідно вирішити, досить велике. Це вибір ділянки під забудову; організація забезпечення електроенергією, водою, паливом, транспортом; зберігання кормів; видалення гною; розміщення тварин; технологічне розміщення приміщень і споруд з урахуванням мікроклімату, спеціального обладнання й зооветеринарних вимог до утримання худоби; вирішення генерального плану ферми; економічні розрахунки ефективності з урахуванням будівельних і експлуатаційних витрат. Значний обсяг зазначених робіт виконують проектні служби будівельних організацій. Але якщо більшість питань буде продумано і



розраховано зооінженером-технологом до організації робіт по експлуатації, реконструкції чи будівництві, то в масштабах держави буде збережено величезні кошти на будівництві і реконструкції тваринницьких ферм і значно скоротяться їх експлуатаційні витрати.

Оцінку економічної ефективності вибраного варіанта технологічного процесу найдоцільніше проводити шляхом визначення величини технологічних витрат за схемою, запропонованою М. Ebergardt (1969).

Отже, витрати, пов'язані із зміною технологічного процесу, становлять основу собівартості продукції, яку виробляють, і з ростом концентрації виробництва їх частка буде збільшуватися, оскільки при цьому збільшуються витрати по управлінню виробництвом, перевезенню і реалізації продукції. Проте, впроваджуючи новий технологічний процес, не слід забувати і про користь, яку важко буває визначити економічними показниками, а саме: підвищення якості продукції, поліпшення умов праці і здоров'я обслуговуючого персоналу, скорочення строків окупності капітальних вкладень тощо.

Техніко-економічними показниками, що визначають переваги нового рішення технологічного процесу, є трудомісткість, металомісткість, якість продукції і витрати на одиницю продукції.

Нове технологічне рішення буде доцільним, якщо строк окупності капітальних вкладень буде меншим граничного  $T_{\text{гран}} < 5$  років, а техніко-економічні показники будуть кращими.

Якщо нове технологічне рішення не вимагає додаткових капітальних вкладень і витрат на впровадження, але сприяє приросту виробництва (при попередніх витратах на одиницю продукції) або зменшенню експлуатаційних ( $K_i$ ) і технологічних витрат (без зменшення обсягів виробництва), то його вважають високоефективним. Технологічне рішення вважається ефективним і У випадку, коли воно потребує незначних витрат, строк окупності їх коротший 2 років, а період виробництва продукції за новою технологією не менший 6 років.

При цьому на етапі ескізного проектування, визначаючи ефективність

нового технологічного процесу, враховують тільки ті витрати, які змінюються у зв'язку із впровадженням нової техніки чи інших складових технологічного процесу. А тому порівнюють варіанти за елементами витрат: вартість тварин, яких використовують, вартість використаних кормів та інших матеріальних ресурсів, робочої сили, електроенергії, ремонту і технічного догляду, вартості машин і обладнання (у випадках заміни способу виробництва), витрат на експлуатацію виробничих приміщень, транспорту і на амортизацію основних фондів.

Визначенням економічної ефективності розробленого варіанту технологічного процесу і вибір найоптимальнішого для даних конкретних господарських умов і завершується етап ескізного моделювання.

### **1.2.2. Робоче моделювання технологічного процесу**

На відміну від ескізного моделювання технологічного процесу, робочим передбачено детальний розгляд процесу і розрахунки необхідної кількості тварин для виробництва запланованих обсягів продукції, матеріальних ресурсів, а також розрахунки виходу готової продукції і виробничих відходів. Усі розрахунки у процесі робочого моделювання супроводжують описом умов їх виконання і обмежуючих факторів з конкретизацією прийомів по відтворенню, годівлі, утриманню, експлуатації, зооветеринарного захисту худоби і первинної переробки продукції, що закладаються у технологічний процес.

Спочатку визначають потребу тварин, необхідних для виконання виробничої програми, тобто встановлюють так зване розрахункове поголів'я. Для цього розробляють рух поголів'я на фермі, визначають кількість робочих груп і чисельність тварин у кожній виробничій групі. При цьому слід враховувати тривалість виробничого циклу і окремих його етапів, а також величину такту процесу; породу і клас худоби, яку використовують для відтворення; спосіб організації селекційно-племінної роботи у стаді; спосіб ремонту маточного поголів'я і тривалість його використання; спосіб запліднення

тварин і вихід телят від 100 корів і нетелей; рівень вибракування маточного поголів'я і ремонтного молодняка в процесі вирощування. Наведені показники беруть за основу при розробці графіків осіменіння, отелення і одержання приплоду, а також графіків і схем руху поголів'я. Використовуючи останні, складають зведену таблицю руху поголів'я у стаді і розраховують його структуру.

Організуючим елементом технологічного процесу виробництва продукції скотарства є циклограма. Це важливий і необхідний документ управління і контролю виробництвом на будь-якій його стадії. Циклограмою називають графік руху технологічних груп за часом і цехами, що забезпечує у певному такті ритм виробництва продукції скотарства. Маючи циклограму, технолог може керувати складним технологічним процесом, точно знати, на якому етапі (в якому періоді виробництва) і з якою продуктивністю знаходиться та чи інша технологічна група. Складаючи циклограму, слід правильно визначити масштаб сітки координантного графіка. Кількість поділок на ординаті повинна відповідати кількості технологічних груп, а на лінії абсцис - кількості тактів технологічного процесу.

Розрахункове поголів'я повинне бути максимальним для кожного конкретного періоду виробництва, оскільки його використовують в усіх наступних робочих розрахунках.

У пояснювальній записці до розрахунків вказують шляхи наступного вдосконалення продуктивності і племінних якостей стада, бажаний тип будови тіла тварин, основні принципи і методи відбору та добору, схеми вирощування ремонтного молодняка із визначеними параметрами живої маси у певні вікові періоди, вік і масу при плідному осіменінні, параметри росту продуктивності й при необхідності темпи зростання поголів'я.

Розрахунок кормів, води і підстилки, а також розробка системи організації годівлі худоби проводиться на основі характеристик, які прийнято в технологічній схемі процесу. Розрахунки розпочинають із складання планів продуктивності (приросту, надоїв) за періодами і виробничими групами. Для

цього встановлюють початкову і кінцеву живу масу та вік тварин, середньодобові прирости або надії, характерні для кожного періоду (цеху). Згідно з планом продуктивності визначають норми годівлі за енергетичною, білковою, мінеральною і вітамінною поживністю. Потім визначають поживність усіх кормів, які будуть використовувати в процесі. При цьому бажано користуватися не загальними довідковими матеріалами, а проводити аналіз кормів, вирощених у конкретних господарських умовах. Це дасть можливість значно повніше забезпечити потреби тварин в усіх елементах живлення, а отже, і одержувати заплановану продуктивність.

Після цього встановлюють тип годівлі; складають раціони, враховуючи пору року, вік і продуктивність худоби; визначають добову потребу кормів за виробничими групами (цехами), а також на осінньо-зимовий і весняно-літній періоди. Такі розрахунки дають можливість визначити разовий і добовий обсяги робіт по підготовці кормів до згодовування, виготовленню кормосумішок та їх роздаванню. Враховуючи тривалість осінньо-зимового (200-210 днів) і весняно-літнього (155-165 днів) періодів, визначають річну або на виробничий цикл потребу в кормах. Одержані матеріали використовують при розрахунках кількості і об'ємів сховищ для кормів, визначенні кормового клину, розробці відповідної сівозміни і агрозаходів по вирощуванню та заготівлі кормів. При цьому обов'язково складають графік використання пасовищ з розрахунку 1-2-добового випасання худоби у кожному загоні.

Річну потребу підстилки визначають, виходячи з існуючих норм на одну тварину за добу і способу утримання худоби. Закінчують розрахунки складанням річного або на виробничий період балансу кормів і підстилки.

Необхідну кількість води для технологічного процесу визначають, враховуючи добову потребу в ній тварин кожної вікової групи для напування і технічних потреб (підмивання вим'я, миття обладнання, змивання гною тощо). Найкраще визначати потребу тварин у воді з розрахунку на 1 кг сухої речовини корму. В середньому теляті до 6-місячного віку на добу необхідно 20 л води, молодняку віком до двох років - 30, старшому двох років і дорослій худобі – 50-

80 л. Для миття 1 кг коренеплодів необхідно 0,8-1,5 л води, а для зволоження 1 кг солом'яної січки перед запарюванням - 1,0-1,5 л. Прибирання гною гідрозмивом потребує стільки води, скільки важить 7з гною, призначеного для прибирання. Найчастіше потребу у воді для всього процесу визначають, виходячи із індивідуальних норм, за формулою:

$$B = 0,0012 (B_{\text{п}} + 4 \cdot B_{\text{т}}) \times A,$$

де  $B$  - загальна кількість води для процесу, т;  $B_{\text{п}}$  - норма питної води на одну тварину по виробничих групах за добу, кг;  $B_{\text{т}}$  - норма технічної води на одну тварину диференційовано по виробничих групах за добу, кг;  $A$  - кількість тварин у одній виробничій групі, голів.

У поясненнях до розрахунків докладно описують вимоги до годівлі кожної виробничої групи, встановлюють розміри кормового місця і навантаження тварин на одне кормове місце. Тут же наводять пояснення по приготуванню кормів до згодовування, а також технологічні режими й параметри при виконанні даних операцій.

Обов'язкового попереднього розрахунку і оптимізації потребують матеріальні ресурси ферми. До них відносять запасні частини і ремонтно-технічні матеріали для технологічного обладнання, паливно-мастильні матеріали, мінеральні добрива та отрутохімікати (при умові власного кормовиробництва), медикаменти, дезинфікуючі засоби і біопрепарати, малоцінний інвентар, а також будівельні матеріали для поточного ремонту. Сюди включають також і розрахунок електроенергії, яку використовують для освітлення і роботи технологічного обладнання. На кожний вид матеріальних ресурсів є норми їх витрат, а загальна потреба в них розраховується з допомогою спеціальних довідкових матеріалів і таблиць. Так, потребу палива для вантажних автомобілів визначають із розрахунку запланованого обсягу вантажоперевезень і встановленої норми витрат палива на 1 т/км, для стаціонарних двигунів - виходячи із тривалості роботи протягом запланованого періоду і норми витрат пального на одиницю потужності за годину. Аналогічно проводяться розрахунки потреби всіх інших матеріальних ресурсів

виробництва для процесу.

Розглядаючи питання про зоогігієнічний, ветеринарний та інші форми захисту тварин на фермі, виходять із вимог Ветеринарного законодавства, планів організаційно-профілактичних заходів роботи із стадом і спеціальних інструкцій із техніки й пожежної безпеки.

Важливим розділом робочого моделювання технологічного процесу є визначення параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях ферми. У даний час його проводять згідно з вимогами «Норм технологічного проектування...», враховуючи фактичне завантаження приміщень тваринами, їх вік, стать, масу, кліматичні умови навколишнього середовища і швидкість руху повітря у приміщеннях. Вибираючи і обладнуючи вентиляцію, враховують кількість тепла, вуглекислого газу, водяної пари тощо, які виділяють тварини відповідного віку, маси, фізіологічного стану та виробничого призначення.

Розрахунки загального виходу побічної продукції (гною) за добу проводять з урахуванням твердої фракції — за перетравними речовинами раціону і рідкої — за сухою речовиною корму, враховуючи його вологість, а також кількість питної, технічної та використаної для приготування кормів води за залежністю:

$$Г_{д} = 0,0012 (Г_{т} + Г_{р} + Д) \times А,$$

де  $Г_{д}$  - добовий вихід гною;  $Г_{т}$  - добовий вихід твердої фракції від однієї тварини, кг;  $Г_{р}$  - добовий вихід рідкої фракції гною від однієї тварини, кг;  $Д$  - добовий вихід різних домішок до гною (підстилка, залишки кормів, технічна вода тощо), кг;  $А$  - кількість тварин у цеху (періоді), голів.

При розрахунках річного виходу гною його добовий вихід множать на кількість днів у році.

На етапі робочого моделювання процесу проводять також уточнення потреби виробничих площ і приймають рішення щодо технологічного розміщення виробничих приміщень відповідно до розрахованих даних по поголів'ю. Визначаючи потребу виробничих площ, за основу беруть відповідні норми для скотарських ферм і комплексів. Згідно з цими нормами визначають

кількість і розміри необхідних приміщень для кожного цеху чи виробничого періоду. При цьому, як правило, площі основного призначення (стійла, лігвища, бокси, клітки) становлять 40—50 % площі приміщення і тому технолог повинен прагнути до збільшення питомої ваги площ основного призначення, але це повинно знаходитися у межах зооветеринарних вимог. Крім того, місткість приміщень за кількістю голівомісць, а також планування його виробничих площ повинні відповідати вимогам технологічного процесу з урахуванням конструктивних елементів споруд, що прийняті у сільськогосподарському будівництві. Потребу виробничих площ можна визначити також за формулою:

$$S = 2 (S_0 + S_g) \times A,$$

де  $S$  - загальна потреба виробничих площ,  $\text{м}^2$ ;  $S_0$  - потреба виробничих площ основного призначення для утримання різних виробничих груп худоби,  $\text{м}^2$  на тварину;  $S_g$  - потреба виробничих площ допоміжного призначення,  $\text{м}^2$  на тварину;  $A$  - кількість тварин у виробничій групі, голів.

У поясненнях до розрахунків слід чітко вказати вимоги до кліток і стійл, боксів і лігвищ, вигульних, підгодівельних, переддольних майданчиків, службових, кормових і гнойових проходів, годівниць, напувалок та інших елементів технологічного обладнання, а також докладно описати систему утримання тварин кожної виробничої групи (цеху), яка закладається у процес.

І останнє призначення процесу робочого моделювання - це визначення системи заходів щодо виробничого використання худоби та розрахунок, одержання готової продукції. Виробництво молока і м'яса - основні напрями продуктивності худоби і для них розробляють основні заходи по виробничій експлуатації. Проте особливе місце, на що не завжди звертають увагу, належить специфічному виду продукції - вирощуванню ремонтного молодняка. Воно у спеціалізованих господарствах або на фермах (відділках) довело свої переваги, але потребує підвищених вимог до організації технологічного процесу, уточнення параметрів і режимів виконання окремих операцій. А тому повинна бути старанно продумана система вирощування й утримання, відбору і підбору, бонітування, тренування молочної залози, реалізації вирощених тварин.

Комплекс заходів по одержанню молока має певні відмінності залежно від наступного використання продукції. Тому тут детально розробляють всю систему доїння, аналізу, первинної обробки, переробки, зберігання й транспортування молока. Якщо у процес закладають операції по первинній обробці і переробці молока, зберіганню і транспортуванню, то обов'язково визначають основні технологічні й організаційні режими їх виконання, які потім закладають у розрахунки операційних карт і графіки погодження операцій.

Виробництво яловичини - це система заходів по вирощуванню та відгодівлі тварин з дотриманням технологічних режимів їх виконання. Якщо у процесі передбачається використовувати промислове схрещування, то додатково розробляють операції по його впровадженню. У випадках включення в технологічний процес операцій щодо забою і транспортування туш або м'ясопродуктів також визначають їх основні параметри і режими, які закладаються потім у операційні карти і графіки погодження технологічних операцій.

Розробка розділу робочого моделювання закінчується розрахунками, за відповідними формами, виходу готової продукції та її реалізації за статтями видатків.

### **1.2.3. Поопераційне моделювання технологічного процесу**

Особливістю скотарства є те, що в ньому найважливішим засобом виробництва є тварини, продуктивність яких регулюється біологічними закономірностями і умовами навколишнього середовища, яке створює для них людина. Разом з тим у процесі виробництва тварина перебуває на різних стадіях росту, розвитку чи фізіологічного циклу, а у зв'язку з цим змінюється зміст і обсяг робіт по її обслуговуванню. Так, у період запуску і підготовки до отелення немає потреби у доїнні і, навпаки, після отелення у перші місяці лактації (період роздоювання) затрати праці на доїння значно збільшуються. А



тому всі роботи, пов'язані з годівлею, напуванням і доглядом за худобою, спрямовані головним чином на забезпечення їх фізіологічних потреб і максимальний прояв генетичного потенціалу продуктивності. Крім того, біологічні процеси у скотарстві відбуваються безперервно, а робочі - циклічно, тобто робочий період не збігається з часом виробництва продукції, що зумовлює нерівномірне протягом доби використання машин, технологічного обладнання і праці. Ось чому частота годівлі, напування, доїння та інших робіт значно впливає на режим праці і відпочинку обслуговуючого персоналу.

Отже, обслуговування худоби і одержання від неї продукції запланованої кількості і якості пов'язане з виконанням великого обсягу різних за змістом і використаними засобами праці технологічних операцій. Це значно ускладнює розподіл і спеціалізацію праці, оскільки в умовах механізованого виробництва виконання будь-якої однієї технологічної операції (особливо на малих фермах) окремими виконавцями не завжди доцільне з точки зору повної зайнятості їх протягом робочого дня. Поєднання ж кількох функцій вимагає від них вищого рівня професійної підготовки. Крім того, поєднувані операції можуть збігатися за часом виконання, наприклад, доїння і роздавання концентрованих кормів. Несвоєчасне виконання однієї із операцій призводить до зниження продуктивності худоби. Так, при порушенні режимів годівлі і доїння продуктивність стада знижується за добу в середньому на 10 %, а систематичне порушення режиму годівлі високопродуктивних корів спричинює до тривалого зниження оплати кормів у 1,3-1,5 рази.

Зазначені особливості виробництва, зумовлені біологічною сутністю худоби, відносять до розряду «неліквідованих». Разом з тим окремі із них можна використовувати для удосконалення технологічних операцій. Наприклад, відбираючи корів з урахуванням стадії лактації і періоду циклу розмноження в умовах потоково-цехової системи, створюють однорідні групи, що сприяє стандартизації робочих операцій, поглиблює їх розподіл і спеціалізацію, зменшує потребу у техніці і дає змогу найефективніше використовувати трудові і матеріальні ресурси.

Запровадження сучасних засобів механізації, автоматизації і прогресивних технологічних процесів на фермах вимагає і нових форм розподілу праці. Найпоширеніший розподіл, при якому весь технологічний процес ділять на окремі однорідні операції чи роботи, виконання яких здійснюють на робочих місцях окремі виконавці. За такої умови багаторазове повторення однієї і тієї ж операції при незмінних умовах виробництва сприяє появі і удосконаленню трудових навиків, професійної майстерності, значного автоматизму у роботі, що дає змогу значно скоротити витрати часу і затрати фізичних зусиль, підвищує продуктивність праці.

Ось чому поопераційне моделювання технологічного процесу і полягає в детальному аналізі процесу за окремими робочими операціями з метою визначення оптимальної їх послідовності, зоотехнічних і ветеринарних вимог та режимів їх виконання, машин і обладнання, енергетичних засобів, а також витрат часу і затрат праці на виробництво продукції відповідної кількості і якості. Крім того, результатом поопераційного моделювання процесу є технологічна документація, яка дає змогу оперативно керувати процесом.

Найважливішим завданням поопераційного моделювання є точне визначення кількості операцій у процесі. Крім того, їх необхідно розмістити в найбільш доцільній технологічній послідовності і по кожній операції встановити вимоги до всіх її етапів - підготовчих, основних і заключних. Послідовність операцій, в основному, визначають сукупністю біологічних і господарських особливостей тварин та характером одержуваної продукції. Встановлюючи кількість і зміст операцій, а також їх технологічну послідовність виконання, кожний етап процесу всебічно аналізують з метою забезпечення обов'язкового одержання запланованої кількості і якості продукції. Проте з метою удосконалення технології виробництва не слід постійно користуватися один раз встановленою послідовністю виконання операцій. Час від часу, при появі нових машин і обладнання, її переглядають і аналізують для виявлення нових можливостей кращого використання худоби для одержання продукції.

Як уже зазначалося, всі операції поділяють на щоденні і циклічні, кожна з

яких складається з основних і допоміжних робіт. Останні в свою чергу ще поділяються на підготовчі і заключні.

Для аналізу операцій і побудови карт технологічного процесу всі операції поділяють на п'ять категорій: робочі, транспортні, сумісні, операції по контролю, операції по збереженню продукції і перерви. Всі вони мають принципові відмінності, а на картах своє позначення:

- робоча операція; проводиться цілеспрямована зміна властивостей предмету;

- транспортна операція; пов'язана із переміщенням предмета праці з одного місця на інше (переміщення тварин, кліток, готової продукції, кормів тощо). Проте транспортними не будуть ті операції і допоміжні роботи, які є складовими елементами - підготовчими або заключними основної операції (переміщення тварин при зважуванні або осіменінні);

- операції по контролю; встановлюють відповідність предмета праці чи продукції кількісним і якісним характеристикам після виконання робочої операції (зважування худоби, аналізу молока тощо);

- сумісні операції; вказують на поєднання двох або більшої кількості операцій одним робітником. Наприклад, випасання тварин: тут поєднується операція по переміщенню худоби на пасовище і назад, випасання, напування, а інколи й підгодівля концентрованими кормами;

- операції по збереженню продукції; вказують на необхідність перетримки її в процесі виробництва;

- перерви; час, протягом якого умови виробництва не вимагають або не допускають переходу до виконання наступної операції процесу.

Плануючи операції, необхідно досконало знати зоотехнічні, зоо-гігієнічні, ветеринарні вимоги, а також режими їх виконання, оскільки цим визначається вибір машин і обладнання, режими їх роботи, кратність і час виконання операцій, необхідні матеріали та інші умови. Так, вибираючи машину, обов'язково враховують її продуктивність і можливості найбільш повного завантаження протягом зміни; вибираючи обладнання і інструменти - їх най-

більшу пристосованість конкретно до даної операції. Крім того, враховують показники енерговитрат і перевагу віддають тим машинам і знаряддям виробництва, які за однакової продуктивності споживають менше енергії.

Для визначення витрат часу на виконання тієї чи іншої операції у технологічному процесі проводять хронометраж або використовують готові середні дані численних хронометражних досліджень, які узаконені у нормативах витрат часу і затрат праці на кожну операцію.

### **1.3. Технологічна документація технологічного процесу**

При моделюванні технологічних процесів у скотарстві особливу увагу необхідно приділяти розробці, правильному веденню й ефективному використанню технологічної документації. Основними документами технологічного процесу, які повністю відбивають його зміст у статичі й динаміці та на основі яких можна налагодити процес, керувати ним і аналізувати його, є операційні і технологічні карти, а також графіки узгодження операцій у процесі та часі.

Для налагодження і управління технологічним процесом необхідно розробляти такі документи: операційні карти, поопераційні карти циклічних (нерегулярних) операцій, поопераційні карти щоденних (регулярних) операцій, графіки узгодження щоденних операцій (по цехах ферми), графіки узгодження циклічних операцій, графіки наявності і завантаження обладнання та енергетичних засобів, графіки наявності і завантаження трудових ресурсів, графіки Ганта контрольних операцій і технологічну карту процесу.

Операційні карти найперший і найважливіший документ технологічного процесу, оскільки їх розробляють для безпосередніх виконавців робочих операцій — оператора чи робітника. Решта документів необхідні для зооінженера-технолога та іншого управлінського персоналу, в обов'язки яких входить налагодження, організація і управління процесом.

Слід зазначити, що порядок розробки операційних карт та їх форма

залежно від типу технологічного процесу і специфіки операцій можуть значно різнитися, проте мета такого документа чітко визначена. В операційній карті зооінженер-технолог зобов'язаний: визначити зоотехнічні та ветеринарні вимоги до виконуваної операції; показати найбільш раціональну послідовність підготовчих, основних і заключних дій при виконанні операції та порядок роботи оператора; дати схему (схеми) установки предмета праці і засобів механізації чи обладнання під час виконання даної операції, перелік машин, обладнання і енергетичних засобів при виконанні операції; навести їх технічну характеристику; визначити зооветеринарні режими і режими роботи машин, обладнання й енергетичних засобів при виконанні операції; керуватись міркуваннями технологічного характеру, визначити, скільки осіб повинно виконувати операцію; встановити норму часу на виконання операції; вказати спеціальність і кваліфікацію оператора, котрий буде виконувати дану операцію. Крім того, в операційній карті можна наводити й додаткові відомості для інших спеціалістів, які мають відношення до аналізу операцій.

Поопераційні карти (циклічних і щоденних операцій) технологічного процесу складають на основі окремих операційних карт, оскільки вони є зведеною картою, яка характеризує процес у статичі за основними операціями без деталізації. В них всі основні операції записують у відповідності з їх технологічною послідовністю і класифікують на категорії - робочі, транспортні, контрольні та ін.

Для узгодження операцій у процесі й часі, їх оптимізації та удосконалення складають звичайні або сітьові графіки технологічного процесу. З їх допомогою досягають найбільш чіткої регламентації часу виконання операцій протягом доби і всього технологічного процесу. Оптимізацію операцій проводять як по окремих цехах, так і між ними в єдиному циклічному графіку технологічного процесу. Для цього операції по кожному цеху групують і на часовій осі абсцис графіка узгодження операцій відкладають час виконання кожної з них, а на осі ординат - перелік операцій. Тривалість виконання операції позначають рискою, прямокутником або іншим умовним знаком.

Оптимізацію кількості машин та обладнання, їх завантаженість по марках проводять також за допомогою графіків. На них по горизонталі відкладають час використання машини протягом доби, а по вертикалі - їх кількість. Якщо операцію протягом доби виконують кілька разів, то графік будують з урахуванням відповідних перерв, а його показники виражають зростаючим підсумком. Подібним чином, по операціях і в цілому по процесу проводять і оптимізацію енерговитрат.

Для оптимізації використання трудових ресурсів у технологічному процесі будують окремий графік їх наявності й завантаження. При цьому аналізують можливості кожного оператора до спеціалізації, а для скорочення затрат праці деякі операції об'єднують.

Слід зазначити, що переваги графічної оптимізації технологічного процесу за допомогою сітьового графіка порівняно з побудовою звичайних координатних полягають не тільки в поєднанні операцій. Сітьовим плануванням досягають одночасної оптимізації всіх критеріїв оцінки процесу - питомої тривалості операцій, затрат праці і питомої енергоємності.

Найважливішим документом, який дає змогу аналізувати процес із позицій його оптимізації в засобах виробництва і затрат праці є технологічна карта процесу. Технологічна карта — це форма технологічної документації, в якій записано процес виробництва продукту, вказано операції та їх складові частини, матеріали, виробниче обладнання і технічні режими, необхідний для одержання продукту час, кваліфікація працівників та ін. Технологічна карта процесу, на відміну від попередніх карт, об'єднує всі основні операції після їх оптимізації і відбиває загальний обсяг виробництва.

У технологічній карті наводять загальну картину технологічного процесу, його часових, трудових і енергетичних характеристик. Для цього проводять розрахунки потреби в машинах, обладнанні, витратах часу і затрат праці згідно з обсягами виробництва для визначення необхідної кількості і завантаження машин, обладнання й трудових ресурсів протягом доби, виробничого циклу або року.

На жаль, технологічні карти, які рекомендують сьогодні у скотарстві, дуже схематичні. Крім того, робочі операції в них наводяться не в технологічній послідовності і дуже укрупненими, а тому в обсяг тієї чи іншої операції включено багато робіт, виконувати які можна різними машинами і способами. Все це знецінює такі технологічні карти, перетворюючи їх у приблизний розрахунок, придатний лише для орієнтування при плануванні. Справжня технологічна карта повинна бути розроблена таким чином, щоб повністю відбивати технологічний процес. Всі виконувані роботи в ній необхідно поділити за окремими операціями і навести в чіткій технологічній послідовності, а в розрахунках виділити основні показники, які зумовлюють матеріальні й грошові витрати по окремих операціях і на одиницю виконуваної роботи. Такі технологічні карти повинні стати основним документом, який визначає конкретне виробництво, оскільки за ними досить легко визначити, як можна досягти запланованих результатів. Все це буде сприяти зміцненню технологічної дисципліни, а також виявленню й використанню додаткових резервів.

Можуть заперечити, що сільськогосподарське виробництво (і в тому числі скотарство), ще великою мірою залежать від погодних і кліматичних умов, а тому організація виробництва за попередньо розробленим технологічним процесом неможлива. Ніхто, звичайно, не заперечує специфіки цього виробництва, але це тільки посилює роль попереднього точного розрахунку технологічного процесу. Без цього неминуча стихійність, робота навмання, що в більшості господарств власне і відбувається, а це часто призводить до великих помилок на практиці.

#### **1.4. Організація управління технологічним процесом**

Вітчизняний і зарубіжний досвід роботи ферм показує, що відсутність ефективних систем контролю і управління основними технологічними операціями, веденням зоотехнічної та ветеринарної роботи призводить до

неефективного використання кормів і великих втрат продуктивності.

Практика свідчить, що недоліки від порушень перебігу будь-якого технологічного процесу, відхилення від встановлених часових і якісних параметрів у скотарстві ліквідувати буває значно важче, ніж в іншій галузі народного господарства. Так, двогодинна затримка роздавання кормів призводить до скорочення загального часу споживання корму (у 1,5 рази), збільшенню агресивності (у 5,5 рази), рухової активності тварин (у 2,2 рази) та зменшення надою - на 1 кг на корову за добу. Отже, повна реалізація генетичного потенціалу тварин можлива лише за умови стабільного і якісного виконання основних технологічних операцій. Виконання ж цієї умови нерозривно пов'язане з організацією оперативного контролю і управління технологічними процесами у скотарстві.

Головне завдання оперативного управління технологічним процесом полягає не стільки в попередньому плануванні самого процесу, що зумовлює весь хід його перебігу, стільки в тому, що буде швидко прийнято об'єктивно правильне рішення у випадках відхилення його від плану.

Складність управління технологічним процесом на сучасній фермі чи комплексі полягає у різкому збільшенні величини виробничої інформації, в багаторазовому інформаційному перевантаженні управлінського персоналу, який фізично не встигає обробляти дані, що надходять із виробництва. В результаті цього рішення, які приймаються по управлінню процесом, не ґрунтуються на точних об'єктивних показниках і не є оптимальними. Значну частину інформації не враховують зовсім і як результат виникають значні втрати робочого часу, продуктивності, простоює обладнання і не ритмічно працює виробництво. При цьому збільшення кількості управлінського персоналу, як правило, не призводить до значного поліпшення якості управління. Спроба вирішити питання за допомогою засобів обчислювальної техніки очікуваного економічного ефекту не дала. Тому у звичайних умовах одним із основних методів обґрунтування і прийняття управлінських рішень повинен стати метод системного аналізу.



Основним принципом системного аналізу є сприймання будь-якого об'єкта управління як системи, яка складається із багатьох елементів (підсистем). У такому випадку ставиться завдання з'ясувати і вивчити для обґрунтування управлінського рішення ті зв'язки й відносини, які є між цими елементами. При цьому найважливішою умовою є підпорядкування окремих, локальних завдань підсистем, загальній кінцевій меті із визначенням відповідальності конкретних осіб за виконання тієї чи іншої роботи або її частини. Обов'язковою умовою є чітке формування єдиної системи і завдання, а потім визначення шляхів найбільш ефективного їх вирішення. Тобто не завдання пристосовуються до організації, а, навпаки, організація будується відповідно до методів виконання функцій. Впливати необхідно не стільки на окремі ланки ферми чи їх функції, скільки на зв'язок і взаємодію між ними.

Досить часто робота по удосконаленню системи оперативного управління зводиться виключно до диспетчеризації, а диспетчерську службу розглядають як засіб управління, а не як засіб зв'язку завчасно і оперативно запланованим виробництвом або процесом. Такий підхід до вирішення даної проблеми не має нічого спільного з управлінням і тому не дозволяє підняти систему оперативного управління технологічним процесом на відповідний рівень, а тільки дещо поліпшує її за рахунок більш досконалих засобів зв'язку.

Для організації оперативного управління процесом необхідно мати службу, яка б постійно збирала інформацію, аналізувала її і передавала прийняті рішення, вела необхідну документацію. Такою службою на фермах і комплексах повинна стати зоотехнічно-диспетчерська, де зосереджується вся інформація про хід технологічного процесу. Збирання інформації і передача прийнятих рішень проводиться за допомогою спеціальних засобів.

Оперативна контрольно-облікова інформація містить планові, одержані і видані після аналізу розпорядження, вказівки, поради. Вся ця інформація відповідним чином фіксується у спеціальних документах (журналах, книгах обліку, магнітофонних стрічках, діаграмах, графіках, таблицях, дискетах).

Для оперативного управління процесом насамперед необхідно точно

визначити, які операції слід контролювати, щоб весь процес відбувався нормально. Контрольних операцій не повинно бути багато, найкраще, коли їх буде відібрано не більше 6-7 - стільки може контролювати одна людина. При виробництві молока це можуть бути, наприклад, осіменіння тварин і контроль за їх перегулами, отелення, витрачання кормів, реалізація й якість готової, продукції, ремонт основного стада. Щоб контролювати зазначені операції, краще всього використовувати уже випробувані в промисловості плани-графіки Ганта, у яких на осі абсцис розміщують часові характеристики операцій (такти), а на осі ординат - всі необхідні показники контрольних операцій. Для цього на завчасно підготовлену сітку майбутнього графіка наносять лінію запланованих показників на весь контрольний період. Лінія фактичного стану процесу тільки в ідеальному випадку буде збігатися з лінією плану. При відхиленні фактичного стану операції за межі планового показника диспетчер зразу ж повідомляє технолога. Інформація, що надійшла, оперативно аналізується, приймається відповідне рішення і передається для виконання. Таким чином, практично всі відхилення в технологічному процесі будуть виправлені в період його виконання.

Останнім часом за кордоном і у нас почали впроваджувати для збирання, нагромадження, аналізу і навіть управління процесом автоматизовані системи (АСУТП) з відповідним програмним забезпеченням. Перші спроби використання цих систем показали їх переваги перед людиною, а тому на автоматизованих фермах в управлінні з успіхом можна використовувати ці системи.

Розрізняють локальні системи і підсистеми, які функціонують автономно і забезпечують управління однією технологічною операцією та комплексні. Комплексні АСУТП забезпечують управління не лише окремими операціями, а й охоплюють процес в цілому, в поєднанні з вирішенням завдань організаційно-технологічного управління за техніко-економічними критеріями. Управління у них ґрунтується, як правило, за ієрархічним принципом. АСУТП може виступати як окремий елемент АСУ господарства і використовуватися в

основному для оперативного управління технологічним процесом, а саме: автоматично підтримувати технологічні параметри у заданих межах; забезпечувати встановлений ритм виробництва; керувати (на місці чи дистанційно) машинами і обладнанням технологічних потокових ліній; оптимізувати роботу технологічного обладнання; встановлювати оптимальні для конкретних умов раціони тваринам; проводити поточну і перспективну зоотехнічну роботу; проводити ранню діагностику окремих захворювань худоби; організувати ветеринарний облік на фермі тощо.

Виходячи із завдань, які ставлять перед АСУТП, до її складу повинен входити цілий ряд функціональних підсистем, тип і кількість яких залежать від об'єкта, управління (молочна ферма, ферма по відгодівлі чи вирощуванню ремонтного молодняка), досягнутого рівня продуктивності, способу утримання, організаційної структури, обсягу можливих витрат на впровадження АСУТП. Найбільш поширеними можуть бути підсистеми: «Управління годівлею», «Управління доїнням», «Контроль і управління технологічним обладнанням», «Управління відтворенням», «Управління зоотехнічною та ветеринарною роботою» й ін. Так, досить ефективні системи індивідуальної годівлі корів концкормами розроблені фірмами «Alfa-Laval» (Швеція), «Poiesz» (Нідерланди), «Lascagne», «Fullwod» (Великобританія). МікроЕОМ цих підсистем може видавати інформацію про: кількість з'їдених кожною коровою кормів за добу; кількість корів, які з'їли менше 62,5 % запрограмованої кількості кормів («недогодовані корови»); кількість використаних на момент видачі інформації концкормів; добову і загальну витрату кормів на фермі; справність технологічного обладнання системи.

Важлива роль при цьому відводиться створенню в системі АСУТП, на базі ПЕОМ, автоматизованих робочих місць (АРМ) технолога і лікаря ветеринарної медицини. АРМ забезпечує ведення на машинному носії (дискеті) довідника про кожну корову. Кількість показників може досягати 60. Тут можливо в режимі діалогу на дисплеї чи печатному принтері одержати більше 40 форм довідкової, планової та облікової інформації. Так, на молочній фермі

щоденно можна одержати інформацію про кожну тварину, перелік корів, які повинні прийти в охоту; корів, яких осіменили; тих, що отелилися з результатами отелення; тих, що потребують лікування; надій від кожної корови і середній від тварини; вміст жиру та білка в молоці тощо. Дещо розширену інформацію одержують кожного тижня. Щомісячно готують інформацію, яка показує: загальну кількість корів, що захворіли на мастит чи на інші хвороби; кількість корів, які отелилися і скільки одержано бичків та теличок; кількість надоєного по групах молока; плани-графіки отелень, запуску, осіменіння; розподіл корів за місяцями лактації; дані бонітування тварин, що закінчили лактацію тощо.

Поєднання технічного прогресу з найновішими методами організації та управління технологічним процесом забезпечить значне підвищення продуктивності праці, а це є запорукою успіху в інтенсифікації скотарства.

## **МОДЕЛЮВАННЯ СЕЛЕКЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ**

### **Модель визначення ефективності селекції у молочному скотарстві**

#### **Перемінні:**

1. Доля корів в активній частині популяції.
2. Кількість ліній і батьків нового покоління.
3. Кількість ефективних дочок, яких використовують для оцінки бугая, гол.

#### **Біологічні і селекційні:**

4. Банк спермодоз на одного бугая, штук.
5. Середній надій за I лактацію, кг.
6. Фенотипові стандартне відхилення за надоем, кг.
7. Коефіцієнт успадкування надою за I лактацію.
8. Коефіцієнт успадкування за трьома лактаціями.
9. Середня жива маса бугайців у віці 12 місяців, кг.
10. Фенотипові стандартне відхилення за живою масою, кг.
11. Коефіцієнт успадкування живої маси.
12. Коефіцієнт повторюваності надою.
13. Розмір всієї популяції корів, гол.
14. Кількість потенційних матерів бугаїв для отримання одного ремонтного бугая, гол.
15. Кількість відібраних матерів бугаїв для отримання одного ремонтного бугая, гол.
16. Кількість лактацій, за якими відбирають матір бугая.
17. Кількість спермодоз для плідотворного осіменіння однієї корови, шт.
18. Кількість тільних корів для дослідження однієї дочки із закінченою лактацією, гол.
19. Інбредна депресія за надоем на 1 % коефіцієнту інбридингу, %.
20. Інбредна депресія за живою масою на 1 % коефіцієнту інбридингу, %.
21. Доля первісток у популяції.
22. Середній вік першого отелення, міс.
23. Середній вік третього отелення, міс.

24. Середній міжотельний період, міс.
25. Період накопичення банку сперми, міс.
26. Доля вибракування бугаїв за енергією росту.
27. Доля вибракування бугаїв за відтворними здібностями.
28. Доля відбору матерів корів за молочною продуктивністю.
29. Генераційний інтервал батьків ремонтних бугаїв, років.
30. Генераційний інтервал бугаїв, відібраних за якістю потомства, років.
31. Генераційний інтервал бугаїв, що проходять перевірку, років.
32. Генераційний інтервал матерів ремонтних бугаїв, років.
33. Генераційний інтервал матерів ремонтних телиць, років.
34. Доля вірогідності завершення I лактації первісток.
35. Доля бугаїв-поліпшувачів.
36. Період використання сперми бугаїв, що проходять перевірку, міс.
37. Жива маса бугаїв у віці 15 міс., ц.
38. Жива маса дорослих бугаїв, ц.
39. Поголів'я тварин на відгодівлі, тис. гол.
40. Фактична кількість быкопроизводящих корів, гол.

#### **Економічні:**

41. Закупівельна ціна 1 кг молока, грн.
42. Витрати на отримання додатково 1 кг молока, грн.
43. Закупівельна ціна племінного бугая у віці 12 міс., грн.
44. Витрати на одного бугая до отримання результатів оцінки (разом з отриманням і зберіганням сперми), грн.
45. Витрати на машинну обробку даних племінного обліку при оцінці бугая за якістю потомства ( на одного бугая), грн.
46. Витрати на імуногенетичне тестування потомства перевіряємих бугаїв за 1 гол., грн.
47. Середня закупівельна ціна 1 ц живої маси, грн.
48. Нормативний коефіцієнт для приведення різночасових витрат і прибутків до головного року.

49. Множник для приведення генетичного покращення за надоєм, який виражено у однієї корови в подальших лактаціях до першого року отримання ефекту від реалізації програми селекції
50. Період часу, необхідний для оцінки програми селекції, років.
51. Витрати корму на отримання додатково 1 кг живої маси, грн.

**Дані про інших плідників при їх схрещуванні  
з представниками стада:**

52. Доля популяції, яка осіменяється бугаями іншої породи (див. FJD)
53. Племінна цінність бугаїв іншої породи в першому поколінні

**Побудування математичної моделі**

1. Кількість корів, яких осіменяють спермою одного бугая, що перевіряється:

$$B^1 = nD * KD$$

2. Кількість корів, яких осіменяють спермою одного бугая:

$$K_y = BC / Q$$

3. Кількість бугаїв, яких слід поставити на перевірку за потомством:

$$N_{nb} = N / (B^1 + P_{pb} + K_y)$$

4. Кількість бугаїв, які повинні стояти на елевєрі до закінчення оцінки за спермопродукцією:

$$N_{sp} = N_{nb} / (1 - P_2)$$

5. Кількість бугаїв, яких необхідно ставити на вирощування з метою відбору за інтенсивністю росту:

$$N_{эр} = N_{sp} / (1 - L_{об})$$

6. Загальна кількість корів, яких осіменяють спермою бугаїв, що перевіряються:

$$B = N_{nb} * B^1$$

7. Доля всієї популяції, яка осіменяється спермою бугаїв, що перевіряються:

$$P_{п} = B / N$$

8. Доля активної частини популяції, яка осіменяється спермою бугаїв, що перевіряються:

$$P_a = B / (N * P_k)$$

9. Кількість перевірених бугаїв, спермою яких осіменяється основна частина популяції корів:

$$N_{nb} = (N - B) / K_y$$

10. Генераційний інтервал батьків корів:

$$L_{ok} = L_{pok} * (1 - P_{\pi}) + L_{nok} * P_{\pi}$$

11. Доля відбору батьків ремонтних бугаїв:

$$P_{ob} = N_{ob} / N_{nb}$$

12. Інтенсивність селекції батьків ремонтних бугаїв:

якщо  $P_{ob} \geq 0,5$ , то:

$$I_{ob} = 0,8 + 0,41 * \log_{10}(1 / (1 - H) - 1) * ((1 - P) / P),$$

якщо  $P_{ob} \leq 0,5$ , то:

$$I_{ob} = 0,8 + 0,41 * \log_{10}(1 / P_{ob} - 1)$$

13. Інтенсивність селекції перевірених бугаїв:

$$i_{nb} = 0,8 + 0,41 * \ln(1 / P_{nb} - 1)$$

14. Доля відбору перевіряємих батьків корів:

$$P_{pok} = N_{nb} / N_{\pi p}$$

15. Інтенсивність селекції перевіряємих батьків корів:

$$L_{pok} = (0,8 + 0,41 * \ln(1 / (1 - P_{pok}) - 1)) * ((1 - P_{pok}) / P_{pok})$$

16. Кількість відібраних матерів ремонтних бугаїв:

$$N_p = d * N_{\pi p}$$

17. Кількість потенційних матерів ремонтних бугаїв:

$$N_m = N_{mb} * N_{\pi p}$$

18. Доля відбору матерів ремонтних бугаїв:

$$P_{mb} = d / N_{mb}$$

19. Інтенсивність селекції матерів ремонтних бугаїв:

$$i_{mb} = (0,8 + 0,41 * \ln(1 / (1 - P_{mb}) - 1)) * ((1 - P_{mb}) / P_{mb})$$

20. Інтенсивність селекції матерів корів:



$$imk = (0,8 + 0,41 * \ln(1 / (1 - Pmk) - 1)) * ((1 - Pmk) / Pmk)$$

21. Розрахунок величини, яка відсікає ординати для матерів бугаїв:

$$Z_{mb} = imb / P_{mb}$$

22. Розрахунок величини, яка відсікає абсциси для матерів бугаїв:

$$am_b = \sqrt{ABS * (2 * \ln(Z_{mb}) + 1,82)}$$

23. Точність оцінки індексу племінної цінності оцінених бугаїв:

$$R_{jaпj} = \sqrt{(0,25 * nД * h^2) / (1 + (nД - 1) * 0,25 * h^2)}$$

24. Точність оцінки індексу племінної цінності бугаїв, що перевіряються:

$$R_{jaja} = \sqrt{(R_{jaja}^2 + R_{jaja}^2) / 4}$$

25. Точність оцінки індексу племінної цінності перевіряємих батьків корів:

$$R_{жапоk} = R_{жапб}$$

26. Розрахунок поправочного коефіцієнту для інтенсивності селекції матерів бугаїв:

$$K = imb * (imb - am_b)$$

27. Точність оцінки індексу племінної цінності оцінених бугаїв з урахуванням першого ступеня селекції бугаїв:

$$R^1_{жапб} = R_{жапб} * \sqrt{(1 - k * R_{jaja}^2) / (1 - k * R_{jaja}^2 * R_{jaja}^2)}$$

28. Точність оцінки індексу племінної цінності матерів ремонтних бугаїв:

$$R_{жамб} = \sqrt{h_2^2 m}$$

29. Точність оцінки індексу племінної цінності матерів корів:

$$R_{жаmk} = \sqrt{h^2}$$

30. Генетичне стандартне відхилення надою:

$$g\phi_1 = g\phi * \sqrt{h^2}$$

31. Генетична перевага батьків ремонтних бугаїв:

$$J_{об} = i_{об} * R'_{жапб} * g'\phi$$

32. Генетична перевага перевірених батьків корів:

$$J_{пб} = (1 - P_{п}) * i_{пб} * R'_{жапб}$$

33. Генетична перевага перевіряємих батьків корів:

$$J_{\text{пок}} = P_a * L_{\text{пок}} * R'_{\text{жанб}} * g_{\text{ф1}}$$

34. Генетична перевага матерів ремонтних бугаїв:

$$J_{\text{мб}} = i_{\text{мб}} * R_{\text{жанб}} * g_{\text{ф1}}$$

35. Генетична перевага матерів корів:

$$J_{\text{мк}} = i_{\text{мк}} * R_{\text{жанк}} * g_{\text{ф1}}$$

36. Сумарна генетична перевага по 4-м категоріям батьків:

$$EJ = j_{\text{об}} * 100 / j_{\text{мк}}$$

37. Внесок батьків бугаїв у загальний генетичний прогрес популяції:

$$j_{\text{об}}(B) = j_{\text{об}} * 100 / EJ$$

38. Внесок батьків корів у загальний генетичний прогрес популяції:

$$j_{\text{ок}}(B) = (j_{\text{пб}} + j_{\text{пок}}) * 100 / EJ$$

39. Внесок матерів бугаїв у загальний генетичний прогрес популяції:

$$j_{\text{мб}}(B) = j_{\text{мб}} * 100 / EJ$$

40. Генетичне стандартне відхилення надою на першій ступені селекції бугаїв:

$$g'_{\text{ф}} = g_{\text{ф1}} * \sqrt{1 - k * R_{\text{жан}}^2}$$

41. Внесок матерів корів у загальний генетичний прогрес популяції:

$$j_{\text{мк}}(B) = j_{\text{мк}} * 100 / EJ$$

42. Середній генераційний інтервал 4-х категорій батьків:

$$L = (L_{\text{об}} + L_{\text{ок}} + L_{\text{мб}} + L_{\text{мк}}) / 4$$

43. Коефіцієнт інбридингу в популяції:

$$f_x = (2 / (N_{\text{об}} * L_{\text{об}}) + 3 * ((1 - P_a) / (N_{\text{нб}} * L_{\text{пок}}) + P_a / (N_{\text{нб}} * L_{\text{нок}}))) * 1/64$$

44. Зниження молочної продуктивності через інбредну депресію за рік, кг:

$$f_{\text{JD}} = f_x * f_0 * \underline{P} / L$$

45. Очікуваний генетичний прогрес на корову за рік:

$$dG = EJ / (L_{\text{об}} + L_{\text{ок}} + L_{\text{мб}} + L_{\text{мк}}) * (f_{\text{ж}} + (1 - f_{\text{ж}}) * 0,8) - f_{\text{JD}}$$

46. Темп генетичного прогресу:

$$dG\% = dG * 100 / \underline{P}$$

47. Доля відбору бугаїв за живою масою у 12 міс. віці:

$$P = N_{\text{сп}} / N_{\text{эр}}$$

48. Інтенсивність селекції бугаїв за живою масою у 12 міс. віці:

$$i_{ж} = (0,8 + 0,41 * \ln(1/(1-P)-1)) * ((1-P) / P)$$

49. Генетична перевага за живою масою в 12 міс. віці:

$$J_{ж} = i_{ж} * g_{фж} * h^2_1$$

50. Генетичний прогрес за живою масою:

$$dG_{ж} = 2 * J_{ж} / (4 * L) - (f_{ж} * f_x * W_1 * 100) / L$$

51. Темпи генетичного прогресу за живою масою:

$$dG\%_{ж} = dG_{ж} / W_1 * 100$$

### **Розрахунок економічної ефективності селекції**

52. Множник для приведення генетичного покращення популяції, яке проявиться у наступних поколіннях, до першого року отримання ефекту селекції (dn).

53. Прибуток від отримання 1 кг молока:

$$q = 3_{ц} - C_{Ке}$$

54. Прибуток від додаткового отримання 1 кг молока за рахунок програми селекції:

$$Ду = N + dG + q + d' + dn$$

55. Валовий прибуток від використання програми селекції за надоєм:

$$g_{ж} = C_m / 100 - C_{же}$$

56. Прибуток від додаткового отримання 1 кг живої маси за рахунок програми селекції:

$$Дж = N_{ж} * dG_{ж} * g_{ж} * (P_{п} * (1+i')^{10} + (1-P_{п}) * (1+i')^3) * d_{п} * 1000$$

57. Валовий прибуток від програми селекції за живою масою:

$$31 = C_1 * N_{сп} * (1+0,08)^{(Вигод + 0,5 + L_{об})}$$

58. Витрати на купівлю бугаїв:

$$32 = C_2 * 0,25 * N_{сп} * (1+0,08)^{(Вигод + 0,5 + L_{об} - 1,17)}$$

59. Витрати на утримання бугаїв на початок оцінки за якістю потомства:

$$33 = C_2 * D_n * N_{нб} * (1+0,08)^{(Вигод + 0,5 + L_{об} - 1,25 - D_n * 0,5)}$$

60. Витрати на машинну обробку даних племінного обліку при оцінці бугаїв за якістю потомства:

$$34 = C3 * N_{нб} * (1+0,08)^{(Вигод + 0,5 + Loб - 5,57)}$$

61. Витрати на імуногенетичне тестування потомства бугаїв, що перевіряються:

$$35 = C4 * N_{нб} * (nД / P_{пл}) * (1+0,08)^{(Вигод + 0,5 + Loб - 5)}$$

62. Сумарні витрати на програму селекції:

$$O3 = 31 + 32 + 33 + 34 + 35$$

63. Чистий прибуток від програми селекції:

$$ЧД = Д_{у} + Д_{ж} - O3$$

64. Чистий прибуток в розрахунку на одну корову:

$$ЧДК = ЧД / N$$

65. Рентабельність програми селекції:

$$R = ЧД / O3 * 100$$

Дані про зниження продуктивності при схрещуванні  
з плідниками інших порід

66. Зниження молочної продуктивності через інбредну депресію:

якщо  $ДП > 0$ , то

$$FJD = ((f_x * P * f_0) / L) * (1-ДП)$$

**Питання**  
**для контролю знань з питань,**  
**які виносяться на самостійне вивчення**

1. Що таке виробничий процес?
2. Згідно з класифікацією розбити системи на відповідні класи.
3. Що є предметом вивчення технології?
4. Що таке робочий ланцюг?
5. Які з операцій відносять до виробничих?
6. Чи може певна технологічна операція бути самостійним процесом?
7. Що таке технологічний процес?
8. Які з питань розглядаються при ескізному моделюванні технологічних процесів?
9. Які з питань розглядаються при поопераційному моделюванні технологічних процесів?
10. Які з питань розглядаються при робочому моделюванні технологічних процесів?
11. Зазначте види операцій.
12. Символіка категорій операцій при побудові технологічних карт.
13. Яку назву має графік руху технологічних груп за часом і цехами, що забезпечує у певному такті ритм виробництва продукції певної галузі тваринництва?
14. Які з документів розробляють для налагодження і управління технологічним процесом?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Браслаюец М. Е. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства / М. Е. Браслаюец. – М. : Экономика, 1971. – 357 с.
2. Быканов А. Д. Практикум по экономико-математическому моделированию в животноводстве / А. Д. Быканов. – Харьков : НМЦ, 2001. – 139 с.
3. Кадиевский В. А. Математическое моделирование агропромышленных; комплексов и систем / В. А. Кадиевский. – К., 1983. – 95 с.
4. Кравченко Р. Г. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / Р. Г. Кравченко. – М. : Колос, 1978.
5. Костенко В.І. Скотарство і технологія виробництва молока та яловичини / В. І. Костенко. – К.: Урожай, 1995.– 472с.
6. Костенко В.І. Практикум із скотарства і технології виробництва молока та яловичини / В. І. Костенко. – К. : Урожай, 1996. – 256с.
7. Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве / Гатаулин А.М., Гаврилов Г.В., Сорокина Т.М. [и др.] ; под ред. А. М. Гатаулина. –М. : Агропромиздат, 1990. – 432 с.
8. Практикум по математическому моделированию экономических процессов в сельском хозяйстве / А. Ф. Карпенко, В. А. Кардаш, Н. С. Низова [и др.] ; под ред. А.Ф. Карпенкр. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1985. – 269 с.
9. Усатова О.Я. Планирование животноводства : справочное пособие / О. Я. Усатова. – М. : Агропромиздат, 1986. – 192 с.
10. Франс Дж. Математические модели в сельском хозяйстве / Дж. Франс, Г. М. Тернли. – М. : Агропромиздат, 1987.

Навчальне видання

Трибрат Руслан Олександрович

# **МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ТВАРИННИЦТВІ**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Формат 60x84/16 Ум. друк. арк.

Тираж 50 пр. Зам. № \_\_\_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету  
54020 м. Миколаїв, вул. Г. Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013р.